

**COMUNE DI GRASSOBBIO**  
PROVINCIA DI BERGAMO

**PIANO REGOLATORE COMUNALE  
DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

---

**Aspetti generali del Piano Regolatore di Pubblica Illuminazione**

**Considerazioni generali sulla Pubblica Illuminazione**

**Relazione Tecnica Generale sugli indirizzi da adottare**

**Consistenza dei punti luce**

**Relazione Tecnica particolareggiata dello stato di fatto**

**Schemi elettrici dei Quadri**

**Planimetrie suddivise per Quadri di appartenenza**

---

**COMUNE DI GRASSOBBIO**  
PROVINCIA DI BERGAMO

**INDICE GENERALE**

1. Introduzione ed aspetti generali del Piano Regolatore di Pubblica Illuminazione
2. Considerazioni generali sulla pubblica illuminazione
  - 1.1 Premessa
  - 1.2 Legge Regione Lombardia n° 17/2000
  - 1.3 Norme Tecniche applicabili agli impianti d'Illuminazione Pubblica
  - 1.4 Impianto con regolatore di flusso luminoso
  - 1.5 Risparmio energetico
  - 1.6 Telegestione
3. Caratteristiche generali di una buona illuminazione stradale
4. Linee guida agli interventi
5. Consistenza dell'impianto di Pubblica illuminazione suddivisa per Quadri di appartenenza:
  - 5.1. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "A" di Fornacette
  - 5.2. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "B" di Via Solferino
  - 5.3. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "C" di Via Papa Giovanni XXIII
  - 5.4. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "D" di Via C. Colombo 18/20
  - 5.5. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "E" di Via Boschetti 55
  - 5.6. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "F" di Via Azzano S. Paolo
  - 5.7. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "G" di Via Circonvallazione
  - 5.8. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "H" di Via Matteotti 1
  - 5.9. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "I" di Via Zanica 4/6
  - 5.10. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "L" di Via Zanica
  - 5.11. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "M" di Via Don Sturzo / Via Colombo
  - 5.12. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "N" di Via Matteotti 18
  - 5.13. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "O" di Via Marconi
  - 5.14. Consistenza dell'impianto di Pubblica Illuminazione sotteso al Quadro "P" di Via dei Pascoli

**COMUNE DI GRASSOBBIO**

- Piano regolatore della Pubblica illuminazione

**1. INTRODUZIONE ED ASPETTI GENERALI DEL PIANO REGOLATORE DI  
PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

## INTRODUZIONE

L'esigenza di elaborare un Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica nasce dall'esigenza di dare uno sviluppo organico agli interventi di illuminazione nell'area Comunale. Per "sviluppo organico" deve intendersi l'impostazione di un unico Piano redatto con criteri omogenei.

Lo stato di fatto della maggior parte dell'illuminazione delle aree pubbliche è spesso una situazione ereditata, che si presenta disorganica ed eterogenea, realizzata il più delle volte con interventi isolati e limitati, in relazione alle necessità contingenti e alle disponibilità economiche.

Nei compiti dell'Ente Locale ci è quello di provvedere all'illuminazione cittadina, ma non esiste una specifica normativa per l'illuminazione dei centri urbani. L'attuale normativa si riferisce soltanto all'illuminazione delle strade con traffico motorizzato, ed è comunque assente ogni forma di disciplina delle iniziative private.

Il Piano ha lo scopo di ottimizzare ed omogeneizzare sia gli interventi immediati, sia quelli futuri ed ha caratteristica di indirizzo per i soggetti preposti alla programmazione e alla disciplina degli interventi stessi.

Tale strumento ha una duplice valenza:

- a) sul piano tecnico, tutti gli interventi che vengono eseguiti, anche se frazionati nel tempo e modesti sul piano economico, dovranno seguire un'unica logica e risultare armonizzati con le scelte urbanistiche;
- b) sul piano economico, la previsione del sistema consentirà di valutare i costi d'intervento e di gestione con anticipo, e di programmare le risorse evitando così sprechi negli interventi frazionati.

Il Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica, in assenza di precisi strumenti legislativi vincolanti (vedi Piano Regolatore Generale) a carico dei Comuni, è assimilabile a un progetto preliminare ai sensi della Legge n° 109/94.

# **Presentazione del Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica**

## **1.1 CHE COSA E' IL PIANO REGOLATORE COMUNALE DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

E' un progetto dell'illuminazione Comunale.

Si intende per tale uno strumento tecnico che preveda e disciplini le modalità d'intervento nell'esecuzione dei futuri progetti e lavori d'illuminazione Pubblica al fine di regolamentare l'inserimento nelle aree Comunali. Il piano disciplinerà anche tutti quegli interventi privati per attività commerciali, sportive, ornamentali ecc., che hanno incidenza nell'area pubblica. Il piano sarà redatto nell'osservanza delle disposizioni del Codice della strada, delle normative tecniche vigenti del'UNI e del CEI, e dell'immagine urbana sia diurna che notturna in relazione all'inserimento degli apparecchi d'illuminazione e dei loro sostegni e linee di alimentazione.

## **1.2 ESIGENZE E MOTIVAZIONI**

Lo strumento del Piano si prefigge di produrre sensibili miglioramenti nei seguenti settori:

- a. sicurezza del traffico e delle persone;
- b. arredo urbano;
- c. economia di gestione.

## **1.3 DESTINATARI**

I fruitori di tale strumento sono:

- i cittadini;
- le attività commerciali;
- gli enti turistici, per la migliore attrattiva serale delle aree urbane;
- gli enti di gestione di impianti d'illuminazione;
- i Comuni proprietari degli impianti d'illuminazione;
- i progettisti;

- i costruttori dei vari componenti degli impianti;
- le imprese installatrici di impianti d'illuminazione;
- gli organi di controllo della sicurezza degli impianti elettrici e d'illuminazione;
- il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, per la riduzione degli oneri sociali in conseguenza del minor numero di infortuni;
- le società di assicurazione, per la riduzione degli infortuni;
- le forze dell'ordine, per la riduzione della micro criminalità;
- gli astronomi e gli astrofili, per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

#### **1.4 VANTAGGI ECONOMICI**

Dall'adozione di un tale strumento di programmazione dei lavori conseguiranno vantaggi derivanti essenzialmente dalla realizzazione e dal coordinamento degli interventi che si susseguiranno nel tempo. Ciò porterà ad evitare sprechi e sovrapposizioni nella realizzazione di opere parziali, che risulteranno necessariamente congruenti tra loro.

Inoltre si potranno conseguire:

- economie di scala dovute alla riduzione delle tipologie delle apparecchiature e alla ottimizzazione delle stesse;
- economie di costruzione dovute alla razionalizzazione e alla contestualità degli interventi nel sottosuolo per l'insediamento dei vari servizi;
- economie congruenti dall'adozione di sistemi a tecnologia avanzata, a bassi oneri di gestione in termini energetici e manutentivi.

#### **1.5 RIFERIMENTI NORMATIVI E RACCOMANDAZIONI DA TENERE PRESENTE NELL'ELABORAZIONE DEL PIANO**

##### Leggi

- Decreto legislativo n° 285 del 30-04-1 992: "Nuovo Codice della Strada"
- D.P.R. 495/92: "Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- Decreto legislativo 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n° 285 del 30-04-1 992

- D.P.R. 503/96: “Norme sull’eliminazione delle barriere architettoniche”
- Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 “recante norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”

### Norme

- Norma UNI 10439: “Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato”
- Norma CEI 34-33: “Apparecchi d’illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l’illuminazione stradale”
- Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d’illuminazione in generale
- Norma CEI 11-4: “Esecuzione delle linee elettriche esterne”
- Norma CEI 11-17: “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norma CEI 64-7: “Impianti elettrici d’illuminazione Pubblica e similari”
- Norma CEI 64-8 relativa alla “esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V”

### Raccomandazioni e Guide

- CIE Pubblicazione n° 92: “Guide to the lighting of urban areas” (1992)
- CIE Pubblicazione n° 115: “Recommandation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic” (1995)
- ENEL / Federelettrica “Guida per l’esecuzione degli impianti d’illuminazione Pubblica “(1990)
- AIDI “Raccomandazioni per l’illuminazione pubblica” (1993)
- Piano Urbano Traffico (PUT)

## **Linee generali del Piano Regolato Comunale dell'illuminazione Pubblica**

### **2.1 OBIETTIVI DA PERSEGUIRE**

- a - Sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere; perseguire le condizioni di sicurezza per il traffico veicolare significa rispettare innanzitutto le norme del Codice della Strada e le norme Uni;
- b - Sicurezza fisica e psicologica delle persone, riducendo il numero di atti criminosi e soprattutto la paura che essi possano accadere frequentemente;
- c - Integrazione formale diurna e notturna degli impianti nel territorio Comunale;
- d - Qualità della vita sociale con l'incentivazione delle attività serali;
- e - Migliore fruibilità degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica
- f - Illuminazione adeguata delle emergenze architettoniche e ambientali aumentando l'interesse verso le stesse con scelta opportuna del colore, della direzione e dell'intensità della luce, in rapporto alle costruzioni circostanti;
- g - Ottimizzazione dei costi d'esercizio e di manutenzione in relazione alle tipologie di impianto;
- h - Risparmio energetico; miglioramento dell'efficienza globale di impianto mediante l'uso di sorgenti luminose, apparecchi d'illuminazione e dispositivi del controllo del flusso luminoso finalizzati a un migliore rendimento, in relazione alle scelte adottate;
- i. Contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e stradale e dell'invasità della luce.



## **2.2 METODOLOGIA D'INTERVENTO**

### **2.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI**

- a - ambientali
- b - storiche
- c - urbanistiche

### **2.2.2 RILIEVO DELLA SITUAZIONE ESISTENTE NELL'ILLUMINAZIONE CON DIAGNOSTICA E ARCHIVIAZIONE di:**

- numero e caratteristiche dei punti luce;
- tipologia dei sostegni e degli apparecchi d'illuminazione impiegati, loro impatto visivo;
- tipologia e modalità di posa delle linee elettriche;
- illuminamento, uniformità, abbagliamento, resa dei colori, ecc..

### **2.2.3 FORMULAZIONE DI UNA SOLUZIONE INTEGRATA:**

piano delle tipologie illuminotecniche, della distribuzione dei punti luce, delle prestazioni richieste per le singole zone, delle tipologie di riferimento costruttive e impiantistiche e dell'inserimento ambientale.

## **2.3 VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO**

Individuazione di parametri significativi per il giudizio di opportunità/convenienza sull'intervento (v. Appendice 2).

## Specifiche del Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica

### 3.1 METODOLOGIA D'INTERVENTO

#### 3.1.1. CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEL COMUNE E SUA COLLOCAZIONE TERRITORIALE

Individuazione delle parti di territorio che sono situate in pianura, vicino al mare ovvero in una zona montagnosa o collinare.

#### 3.1.2. ESTENSIONE TERRITORIALE

La superficie complessiva del territorio consente di frazionare gli impianti in sezioni organiche in funzione dei rioni, delle strade principali, del centro storico, della zona di esposizione, ecc.

#### 3.1.3. CARATTERISTICHE CLIMATICHE (PIOGGIA, NEBBIA, VENTO, NEVE)

La presenza di particolari condizioni meteorologiche prevalenti condiziona le scelte dei dispositivi di impianto, nonché le soluzioni progettuali. Ad esempio, la presenza più frequente di nebbia darà un indirizzo diverso alle caratteristiche dell'impianto rispetto a zone molto ventilate; la frequente presenza di neve porterà a scelte particolarmente mirate alla tenuta dei componenti dell'impianto all'umidità e alle sollecitazioni del freddo.

#### 3.1.4. AGENTI INQUINANTI/CORROSIVI (INDUSTRIE, SALINITA')

La presenza di elementi particolarmente aggressivi induce alla scelta di particolari involucri resistenti agli agenti inquinanti e/o corrosivi e alla salinità.

## **3.2 CARATTERISTICHE STORICO-AMBIENTALI**

### **3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE URBANISTICHE OMOGENEE E LORO CARATTERISTICHE AI FINI DELL'ILLUMINAZIONE**

#### *3.2.1.1 Centro Storico*

a - studio dell'impianto visivo diurno degli elementi di impianto;

b - studio della tonalità e della resa cromatica della luce artificiale in relazione ai materiali degli edifici ed alle scelte generali che si andranno a fare;

c - ottimizzazione del comfort illuminotecnico in particolar modo nelle zone più frequentate, specialmente dai pedoni, con scelta bilanciata tra illuminamento orizzontale, verticale, riduzione dell'abbagliamento, equilibrio delle luminanze

#### *3.2.1.2 Nuclei abitati vi con particolari caratteristiche storiche o etniche*

#### *3.2.1.3 Ampliamenti in zona risalenti a una certa epoca*

#### *3.2.1.4 Aree tipicamente residenziali*

#### *3.2.1.5 Aree verdi (scelta coerente del colore e del tipo di spettro della sorgente luminosa)*

#### *3.2.1.6 Aree esclusivamente pedonali, commerciali*

#### *3.2.1.7 Aree industriali e artigianali*

### **3.2.2 AREE E SITI OGGETTO DI SPECIFICO ARREDO URBANO**

#### *3.2.2.1 Definizioni*

Si intendono come tali tutte quelle realtà del tessuto urbano non riconducibili a causa della loro elevata valenza storica, architettonica, ambientale o memoriale ad alcuna delle strade o aree definite dal Piano come prive di particolari connotazioni storico/ambientali. Rientrano perciò in questa categoria tutti quei siti, talora di modesta ampiezza, talaltra interessati un cospicuo tessuto viario del centro storico, ritenuti meritevoli di attenzione specifica con riferimento all'illuminazione, per i quali non si ritengono proponibili soluzioni che ricorrano a normali produzioni commerciali di apparecchi illuminanti o che comunque richiedono apparecchi normalmente non utilizzati per l'illuminazione stradale, veicolare o pedonale (ad esempio: proiettori, lanterne, ecc.).

#### *3.2.2.2 Anagrafe dei .siti*

L'identificazione dei siti dovrà avvenire con l'esplicito supporto di consulenti specialistici, interni o esterni all'Amministrazione, secondo opportune metodologie. L'uso di strumenti informatici potrà costituire un valido aiuto per la creazione di archivi di agevole accesso e per la successiva e progressiva implementazione delle soluzioni adottate.

### 3.2.2.3 Metodologia diagnostica

La classificazione dei siti potrà procedere seguendo un preciso schema logico che prevede, nell'ordine:

- a. l'individuazione, sulla cartografia delle aree in cui possono ricadere siti oggetto di specifico arredo urbano;
- b. l'analisi dettagliata delle aree evidenziando prioritariamente eventuali situazioni "estese" che richiedano l'applicazione di un'unica soluzione di arredo, con criteri di omogeneità totale o per singole aree (gruppi di strade e piazze dei centri storici, canali, ponti, portici, ecc.);
- c. l'individuazione di elementi singolari, privi di qualsiasi valenza funzionale ma significativi, quali componenti storici, architettonici, di arredo, di memoria, di voto, di orientamento nel paesaggio urbano.

La classificazione dovrà comprendere, per ciascuno dei siti sopra individuati, alcuni elementi oggettivi atti a meglio qualificare l'eventuale e successivo momento progettuale.

Essenziali, tra questi:

- 1) la datazione storica del sito e la cronologia dei principali eventi che ne hanno eventualmente modificato la funzione e l'aspetto;
- 2) la connotazione architettonica e artistica, incluse le tipologie dei principali materiali utilizzati;
- 3) la funzione svolta in passato e quella odierna
- 4) le eventuali esigenze funzionali;
- 5) le eventuali preesistenti forme di illuminazione e l'illuminazione attuale;
- 6) gli eventuali vincoli (soprintendenza, ecc.)
- 7) le eventuali "aspettative" della popolazione o del governo cittadino.

E' opportuno che le informazioni siano riportate in forma tubolare con preciso

riferimento a coordinate (o denominazioni) cartografiche

#### 3.2.2.4 Criteri d'intervento

I progetti nell'ambito di questi siti dovranno presentare una struttura particolare, diversa da quella utilizzata per le altre aree a traffico veicolare o pedonale, essenzialmente basato su opportuni parametri illuminotecnici.

Essi dovranno tener presente le seguenti indicazioni generali, che ciascun progettista troverà poi modo di calare nel concreto della singola idea progettuale:

- 1) considerare l'illuminazione un fatto culturale prima che tecnico: umile accostamento alla storia, alle tradizioni, all'ambiente geografico ed umano, alla vocazione socio—economica—religiosa del sito per decidere “se e come” illuminare;
- 2) considerare la luce come segno: il compito principale è, in questo caso, quello di segnare graficamente l'ambiente, senza alcuna funzione utilitaria. Il recupero di vecchi lampioni già presenti nell'area nella funzione di oggetto della memoria e l'insediamento di “sculture luminose” o simili, può rientrare quale rilevante valore di orientamento nel paesaggio urbano, ma senza stravolgere gli equilibri architettonici e senza caratterizzarsi come banale e anacronistica “ricopiatura” di improbabili prototipazioni storiche
- 3) valutare l'effettivo impatto ambientale dell'evento illuminotecnico, nelle sue vesti diurna e notturna, studiando e documentando accuratamente ogni dettaglio:  
  
intensità luminose, resa cromatica, effetti d'ombra, impatto visivo degli oggetti. Intensità luminose eccessive, forzature ad effetto, rese cromatiche incoerenti con le tipologie dei materiali del sito rappresentano pericolose scorciatoie che possono snaturare o banalizzare il messaggio complessivo proveniente dal tessuto urbano;
- 4) contenere i volumi di luce entro geometrie strettamente indispensabili per il compito visivo evitando “invasioni di campo” nella sfera privata (facciate e finestre di abitazioni), verso la volta celeste e verso l'ambiente della flora e della fauna notturna;
- 5) adottare, ovunque possibile, sistemi di telecomando e telecontrollo differenziali rispetto a quelli adottati per la normale illuminazione delle zone a traffico veicolare e pedonale;
- 6) scegliere apparecchi e impianti comunque rispondenti alle normative CEI e OIE privilegiando i criteri di sicurezza, rapidità di manutenzione e sostituzione,

evelata efficienza e durata.

### **3.2.3. INDIVIDUAZIONE DI EDIFICI CON PARTICOLARE DESTINAZIONE**

- a .storici e monumentali
- b .di culto
- c . caratteristici della città

### **3.2.4. STORIA DELL'ILLUMINAZIONE DEL COMUNE**

- a - documentazione di archivio descrittiva degli elementi caratteristici dell'illuminazione esistente nel tempo;
- b - individuazione di particolari modelli di sostegni e apparecchi d'illuminazione.

## **3.3 RILIEVO DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE ESISTENTI**

- a - proprietà degli impianti (ENEL, Comune, altri);
- b - alimentazioni, potenze elettriche impegnate, tipo di distribuzione elettrica;
- c - tipologie degli apparecchi utilizzati;
- d - lampade impiegate: potenza, rendimento, tonalità di colore, resa dei colori;
- e - tipo delle installazioni: a palo, a sospensione, a parete;
- f - illuminamenti presenti sulle varie tipologie di strade, piazze, prospetti ecc.;
- g - presenza di disuniformità dell'illuminazione, di abbagliamenti molesti disabilitanti, di inquinamenti luminosi evidenti, sia di tipo globale che localizzato In ambito pubblico e in quello privato;
- h - interferenze dell'illuminazione commerciale e/o sportiva al traffico veicolare, disturbo visivo.

### **3.4 ASPETTI PROGETTUALI DEL PIANO**

#### **3.4.1 IMPOSTAZIONI GENERALI**

##### **3.4.1.1 *Censimento de/la rete viaria esistente***

- a - Rilievo delle strade presenti e di quelle previste nelle realizzazioni future (analisi del Piano Urbano del Traffico, quando esiste).
- b - Rilievo delle aree pedonalizzate
  - miste a un limitato traffico motorizzato;
  - esclusivamente pedonali;
  - parchi pubblici;
  - piste ciclabili.

##### **3.4.1.2 *Classificazione de/le strade secondo la normativa UNI sul/a base del Codice della Strada (v. Appendice 1);***

##### **3.4.1.3 *Determinazione delle luminanze e di conseguenza degli illuminamenti da realizzare sulle tipologie di strade individuate (v. Appendice 1);***

##### **3.4.1.4 *Introduzione dell'illuminamento verticale per le zone pedonali e miste (v. Appendice 1);***

##### **3.4.1.5 *Comfort: uniformità longitudinale (U<sub>l</sub>) e trasversale e globale (U<sub>o</sub>), contenimento degli abbagliamenti, scelta delle sorgenti luminose (v. Appendice 1);***

##### **3.4.1.6 *Illuminazione come guida visiva, lungo le tangenziali, agli ostacoli, nel centro storico, compatibilmente con gli aspetti urbanistici***

##### **3.4.1.7 *Determinazione eventuale delle differenze cromatiche della luce artificiale come elemento di evidenziazione delle tipologie di strade e di luoghi;***

##### **3.4.1.8 *Illuminazione mirata ai diversi contesti urbani, regole per l'illuminazione commerciale***

##### **3.4.1.9 *Scelta delle luminanze ottima/i per l'illuminazione dei prospetti degli edifici e dei monumenti***

##### **3.4.1.10 *Ottimizzazione dimensionale, cromatica e luminosa della segnaletica stradale e turistica e de/ relativo illuminamento verticale, con l'individuazione di una vera e propria mappa della visibilità secondo un piano logico dell'insediamento dei segnali,***

*distinguendo quelli per le segna/azioni mirate a/traffico, da quelli finalizzati ai percorsi turistici.*

### **3.4.2 SCELTE TECNICHE PER I FUTURI IMPIANTI E PER I PREVEDIBILI RIFACIMENTI**

*3.4.2.1 Tipologia d'impianto più uniforme possibile per zone omogenee;*

*3.4.2.2 Classe d'isolamento (I o II) e grado di protezione (IP);*

*3.4.2.3 Criterio di scelta delle protezioni: ottimizzate tra la sicurezza elettrica (ridurre il rischio per guasto elettrico) e quella illuminotecnica (ridurre il rischio per improvvisi oscuramenti di interi tratti di strade);*

*3.4.2.4 Geometria e tipologia (su palo, a parete, con sospensioni);*

*3.4.2.5 Tipo di posa dei circuiti (aerei, sotterranei);*

*3.4.2.6 Apparecchi d'illuminazione (ottiche direzionali, scelta dei rendimenti e delle protezioni illuminotecniche);*

*3.4.2.7 Ottimizzazione del rendimento illuminotecnico globale dato dal rapporto tra flusso utile e energia spesa;*

*3.4.2.8 Punti di consegna dell'energia con aree di pertinenza dei relativi Quadri Elettrici, con ottimizzazione tecnica ed economica della suddivisione degli impianti in aree omogenee;*

*3.4.2.9 Regolazione dei circuiti di alimentazione degli impianti con regolatori di flusso, dimostrando come tali disposizioni circuiteriali con portino un consistente risparmio energetico, avendo contemporaneamente una migliore qualità dell'illuminazione;*

*3.4.2.10 Manutenzione programmata con codifica dei punti luminosi, assistita preferibilmente dall'elettronica per ottenere interventi in tempo reale attraverso sistemi di monitoraggio degli apparecchi d'illuminazione. Tali sistemi consentono un risparmio sui costi di manutenzione e una migliore qualità del servizio per gli interventi più tempestivi.*



### 3.4.3 DOCUMENTI COSTITUENTI IL PIANO

- 1) Relazione sulle specifiche del Comune e della sua collocazione;
- 2) relazione sulle caratteristiche storico-ambientale
- 3) Planimetria con relazione sulle tipologie di impianti esistenti (proprietà, apparecchi d'illuminazione, sorgenti luminose, installazione, situazione illuminotecnica);
- 4) Relazione scritto-grafica su edifici o zone di particolare destinazione o interesse diverse da quelle della zona in cui sono inserite;
- 5) Planimetria dell'area Comunale (scale coerenti con i PRG) riportanti la zonizzazione delle aree con caratteristiche omogenee d'illuminazione in relazione alle tipologie urbanistiche;
- 6) Planimetria con l'individuazione e la classificazione delle strade e tipologia dell'illuminazione e degli impianti previsti (colore della luce, guida ottica del traffico, ecc.);
- 7) Localizzazione dei nuovi impianti, dei punti di consegna dell'energia, dei Quadri Elettrici, sistemi di controllo centralizzati, con indicazione delle caratteristiche progettuali con riferimento alla geometria e tipologia dell'impianto e del tipo di posa dei circuiti;
- 8) Stima economica di massima dei costi di capitale e di gestione con articolazione in stralci, in rapporto alle disponibilità finanziarie e alle oggettive priorità d'intervento (v. Appendice 2).

## APPENDICE 1

### CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E AREE URBANE E RELATIVE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

Tab. 1 *Strade con traffico esclusivamente o prevalentemente motorizzato.*

Si intendono appartenenti a questa categoria le strade, o le parti di strada<sup>(1)</sup>, in cui le esigenze dei conduttori di automezzi prevalgono su quelle degli altri utenti della strada ai fini della determinazione dei requisiti cui deve rispondere l'impianto d'illuminazione.

Gruppo e classe	Tipo di strada	Zone attraversate	Luminanza media Lcd/m <sup>2</sup>	Uniformità		Limitazione dell'abbagliamento G Tl%		
				U <sub>0</sub>	U <sub>j</sub>			
1	A	autostrade extraurbane	qualsiasi	2	> 0,4	> 0,7	≥ 6	≤ 10
2	A	autostrade urbane	cittadine	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 5	≤ 10
			di campagna	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
2	B	strade principali extraurbane	Cittadine	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 5	≤ 10
			di campagna	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
3	C	strade secondarie extraurbane	cittadine	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 0,5	≤ 20
			di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
3	B	strade di servizio principali extraurbane	cittadine	2	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 0,5	≤ 20
			di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
4	D	Strade di scorrimento principali urbane	cittadine	2	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
5	D	strade di scorrimento di servizio urbane	cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20
5	E	strade di quartiere urbane	cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20
5	F	Strade locali Urbane /extraurbane	cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20

- (1) Una strada può, ad esempio, essere costituita da una o due carreggiate centrali destinate al traffico veicolare, oltre a due carreggiate adiacenti ai fabbricati e separate dalle precedenti da aiuole generalmente alberate - dove gli automezzi sostano ed è prevalente il movimento di pedoni e ciclisti.

**Tab. 2** *Strade con traffico esclusivamente o prevalentemente pedonale.*

Si intendono appartenenti a questa categoria le aree in cui le esigenze di coloro che vi transitano a piedi o in bicicletta prevalgono su quelle degli altri utenti dell'area ai fini della determinazione dei requisiti cui deve rispondere l'impianto d'illuminazione.

Gruppo e classe		Tipo di area	Illuminamento (lx)			Limitazione dell'abbagliamento $L_0A^{0,25}$	
			EHM	EHmin	Esc		
10	a	Strade commerciali con traffico misto (1) al centro delle città	25	10	10	6.000 per $h < 4,5m$ $\leq 8.000$ per $h \geq 4,5m$ e $\leq 6m$  10.000 per $h > 6$	
10	b	Strade commerciali con traffico misto (1) in quartieri periferici	20	8	8		
10	c	Strade commerciali con traffico misto (1) al centro dei paesi	10	4	4		
11	a	Strade commerciali con traffico solo pedonale al centro della città, portici	15	5	5		
11	b	Strade commerciali con traffico solo pedonale	10	3	4		
11	c	Strade commerciali con traffico solo pedonale al centro dei paesi, portici	8	2	3		
12	a	Strade residenziali ad alta intensità abitativa	8	4	3		
12	b	Strade residenziali a media densità abitativa, strade di collegamento fra quartieri o fra centro quartieri	5	2	2		
12	c	Strade residenziali a scarsa densità abitativa	3	1	1		
13	a	Strade industriali	5	2	2		
14	a	Sentieri in aree urbane	10	4	3		8.000 per $h > 4,5m$
14	b	Sentieri e vialetti nei parchi	5	2	2		10.000 per $h > 4,5$
15	a	Attraversamenti pedonali in aree centrali	25	10	10		
15	b	Attraversamenti pedonali in aree residenziali	16	4	5		
16	a	Scalinate	40	Ev = 20			
16	b	Rampe	-		40	-	
17	a	Piste ciclabili isolate	3	1,5	-		
17	b	Piste ciclabili fiancheggianti strade	5	2,5	-		
17	c	Piste ciclabili negli attraversamenti di strade	10	5	-		
18	a	Sottopassaggi pedonali o ciclabili	di giorno di notte	100 40	50 20	25 10	$\leq 6.000$
19	a	Parcheggi, autosilos	10	2,5			
20	a	Costruzioni (chiese, edifici storici, ecc.)	L da 4 a 12 cd/m <sup>2</sup>			GR $\leq 55$	

(1) Per traffico misto si intende veicolare, ciclistico e pedonale.

Il significato dei simboli utilizzati e dei valori prescritti nelle due tabelle è indicato nell'Appendice 1. Le modalità di calcolo e di misura delle varie grandezze sono indicate rispettivamente nella Norma UNI e nelle Raccomandazioni AIDI; il metodo di calcolo della grandezza GR (indice di abbagliamento utilizzato per le aree di gruppo 20 e tratto dalla pubblicazione OIE n. 112 /1994 "Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting") è riportato nell'Appendice 1.

## SCELTA DELLE SORGENTI LUMINOSE

Le sorgenti luminose da assegnare alle varie aree pubbliche sono scelte con l'obiettivo di minimizzare i costi d'esercizio dell'impianto, compatibilmente con i requisiti di "qualità" della luce, richiesti per alcune aree particolarmente designate alla vita sociale, come indicato nella seguente tabella.

**Tab. 3** *Scelta delle caratteristiche cromatiche delle sorgenti luminose*

Gruppo e classe		Tipo di strada	Gruppo di resa cromatica (Ra)	Temperatura di colore k
10	a, b, c a, b, c	Strade commerciali	1 (≥ 80)	≤ 3.300
12 14	a, b, c a, b, o	Strade residenziali sentieri, vialetti	1,2 (≥ 60)	≤ 3.300
20	a	Costruzioni	1,2	In relazione alla tonalità di colore della costruzione e non oltre 4.000 k

In Appendice 2 è indicato un metodo per una valutazione dei costi d'esercizio dei vari tipi di centri luminosi. Detta valutazione è infatti utile tanto ai fini della scelta della sorgente più conveniente per i vari campi d'applicazione, quanto per indicare, non soltanto nei progetti di nuove installazioni o di rifacimenti dell'impianto, ma, di massima, anche nei Piani Regolatori della Luce, i costi d'esercizio delle scelte effettuate, accanto ai preventivi di costo d'installazione. I valori numerici che vengono proposti per alcune delle variabili sono da adattare alle diverse situazioni d'impianto e da aggiornare di volta in volta.

### Significato dei simboli utilizzati nelle Tabelle 1 e 2

- L** luminanza media mantenuta. Valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto d'illuminazione. Per l'illuminazione delle costruzioni (gruppo 20 di tab. 2), è il valore medio mantenuto sulle superfici illuminate dei valori rilevati o calcolati al centro delle maglie previste dai Capitolati.
- Uo** uniformità generale. È il rapporto fra la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo o di rilievo, secondo la magliatura prevista dalla Norma, e la luminanza media.

- Ui** uniformità longitudinale. È il minore dei rapporti fra luminanza minima e massima calcolate o rilevate al centro delle maglie, fra quelle previste dalla Norma, disposte lungo l'asse di ciascuna corsia.
- G** indice dell'abbagliamento molesto. Abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che dà luogo ad una sensazione fastidiosa, senza necessariamente compromettere la visione.
- Ti** indice dell'abbagliamento debilitante. Abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
- E<sub>HM</sub>** illuminamento orizzontale medio mantenuto. Valore che assume un illuminamento medio del manto stradale, rilevato o calcolato al centro delle maglie previste dalla Norma, nelle condizioni peggiori d'invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- E<sub>Hmin</sub>** illuminamento orizzontale minimo mantenuto. Valore dell'illuminamento minimo riscontrato al centro delle maglie in cui si suddivide la pavimentazione, secondo quanto previsto dalla Norma, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- E** illuminamento semicilindrico medio mantenuto. Valore medio degli illuminamenti nei piani verticali che si affacciano in ambedue i sensi di marcia, all'altezza di 1,50 m sul suolo, lungo le principali direttrici di marcia, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- L<sub>CA</sub><sup>0,25</sup>** indice dell'abbagliamento impiegato per traffico pedonale e ciclistico.  $L_c$  è il valore massimo di luminanza dell'apparecchio visto da una direzione inclinata fra  $85^\circ$  e  $90^\circ$  rispetto la verticale e in direzione parallela all'asse stradale;  $A$  è la proiezione della superficie luminosa del centro sul piano perpendicolare all'asse stradale.
- Ev** illuminamento verticale medio mantenuto, da riscontrare o calcolare, a livello del terreno, nei vari punti della rampa secondo una magliatura analoga a quella prevista per le strade, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- GR** indice dell'abbagliamento impiegato per l'illuminazione di grandi aree o di monumenti (v. più avanti).

### Significato dei valori prescritti

I valori indicati nelle tabelle - fatta eccezione di quelli del gruppo 20 - indicano livelli considerati necessari per la sicurezza della circolazione nelle aree pubbliche. I valori di luminanza, di illuminamento, di uniformità dell'indice G sono valori minimi, I valori degli indici Ti e GR sono valori massimi.

I valori di luminanza e d'illuminamento indicati in tabella non dovrebbero pertanto essere ridotti quando il traffico diminuisce nelle ore centrali della notte, a meno di un'altra possibile classificazione delle stesse strade quando il traffico si riduce. La riduzione della luminanza e dell'illuminamento può risultare invece opportuna - tanto ai fini del risparmio energetico, quanto per limitare l'inquinamento luminoso della volta celeste - e compatibile con la sicurezza, quando motivi diversi inducano a realizzare livelli maggiori di luminanza o di illuminamento su determinate strade nelle prime ore della notte, quando il traffico è molto intenso, a condizione che il livello ridotto non sia inferiore a quello indicato nelle tabelle. A tali casi, pertanto, dovrebbe essere limitato l'impiego di dispositivi per la parzializzazione del flusso luminoso nelle ore o nelle situazioni di scarsa affluenza di pubblico. Altri sistemi che prevedono la parzializzazione degli impianti nelle ore di scarso traffico, riducendo il numero di punti luce funzionanti, non devono essere consentiti perché creerebbero condizioni di illuminazione non rispondenti alla normativa.

## Calcolo dell'indice GR

L'Indice GR (da Glare Rating) consente di valutare il disturbo per abbagliamento provocato dai centri luminosi ad un osservatore che volga il suo sguardo davanti a sé, come durante un normale tragitto, nelle posizioni e nelle direzioni più critiche a tale riguardo. Per ciascuna di tali situazioni si valuta:

L<sub>v1</sub> la luminanza velante<sup>(1)</sup> provocata dai centri luminosi, espressa dalla formula:

$$L_{v1} = 10 \sum (E_{0i} / \theta_i^2)$$

dove  $E_0$  è l'illuminamento sull'occhio dell'osservatore nel piano perpendicolare alla direzione dello sguardo (supposto orizzontale), provocato dal proiettore  $i$ , in lx;  $\theta_i$  è l'angolo fra la direzione dello sguardo e la congiungente l'occhio con il proiettore;  $n$  è il numero di proiettori compresi nel campo visivo.

Si valuta poi:

L<sub>va</sub> la luminanza velante provocata dall'ambiente (la luminanza dello sfondo verso il quale l'osservatore volge il suo sguardo), espresso da una formula analoga a quella sopra indicata, in cui però le fonti luminose sono tutte le porzioni dell'ambiente che l'osservatore ha davanti a sé.

Questa seconda formula può assumere la seguente forma semplificata:

$$L_{va} = 0,035 L_m = 0,035 p_a E_a / \pi$$

dove  $L_m$  è la luminanza media dell'ambiente, in pratica costituito essenzialmente dalla superficie stradale,  $P_a$  è il fattore di riflessione dell'ambiente (= superficie stradale);  $E_a$  è l'illuminamento medio dell'ambiente, in lx.

Il grado di abbagliamento GR (da Giare Rating) si calcola con la formula:

$$GR = 27 + 24 \log (Lvi / Lva^{09})$$

Per un risultato soddisfacente, deve essere, per un traffico di tipo pedonale (che è da ritenersi prevalente od esclusivo nelle aree qui considerate):

$$GR < 55$$

- (1) Le radiazioni luminose, provenienti dai proiettori che compaiono nel campo visivo d'un osservatore, si diffondono e rifraggono nel sistema ottico dell'occhio, fino a creare un velo luminoso uniforme sovrapposto alla retina, che fa da schermo all'immagine dell'oggetto da osservare, rendendone difficoltosa la percezione. Tale fenomeno è conosciuto appunto come 'luminanza variante.

## APPENDICE 2

### VALUTAZIONI ECONOMICHE

#### Calcolo degli oneri di energia

Questi oneri sono fissati da provvedimenti del Comitato Internazionale Prezzi. Attualmente detti oneri vengono valutati con le sottoelencate tariffe:

	<i>In bassa tensione</i>
per potenze fino a 100 kW	8.190 £/kWmese + 173,80 £/kWh
per potenze da 101 a 500 kW	8.190 £/kWmese + 171,70 £/kWh
per potenze oltre 500 kW	8.190 £/kWmese + 165,70 £/kWh
	<i>In media tensione (fino a 50 kV)</i>
per potenze fino a 100 kW	7.590 £/kWmese + 142,90 £/kWh
per potenze da 101 a 500 kW	7.590 £/kWmese + 140,90 £/kWh
per potenze oltre 500 kW	7.590 £/kWmese + 135,25 £/kWh
	<i>In alta tensione (oltre a 50 kV)</i>
per potenze fino a 100 kW	7.590 £/kWmese + 138,15 £/kWh
per potenze da 101 a 500 kW	7.590 £/kWmese + 136,10 £/kWh
per potenze oltre 500 kW	7.590 £/kWmese + 130,45 £/kWh

L'onere si calcola generalmente tenendo presente una utilizzazione annua di 4.000 ore e di una potenza d'impianto pari alla somma delle potenze P dei singoli centri luminosi alimentati, comprensive delle perdite nelle apparecchiature ausiliarie, moltiplicata per 1,05 (negli impianti in derivazione) per tener conto delle perdite in linea. Ad esempio, per un'installazione comprendente 100 lampade al sodio ad alta pressione a "luce corretta" da 150W (P = 170W) e 50 lampade ad alogenuri da 70W (P = 90W), nel coacervo di un impianto di potenza fino a 100 kW, alimentate in bassa tensione, risulta:

Potenza dell'impianto:  $(100 \times 170 + 50 \times 90) \cdot 1,05 / 1.000 = 22,575 \text{ kW}$

Onere annuo d'energia:  $22,575 \times 8.190 \times 12 + 22,575 \times 4.000 \times 173,80 = \text{£ } 17.912.811$ .

Se si attua una parzializzazione del flusso luminoso a mezzanotte, portando le 100 lampade al sodio ad una potenza  $P' = 0,65P = 110W$ , alla quale corrisponde metà del flusso luminoso nominale; tenuto conto che le ore annue notturne prima di mezzanotte sono 1.870 e quelle dopo 2.130; il nuovo onere risulta:

Potenza dell'impianto: 22,575kW (inalterato rispetto il caso precedente). Energia assorbita prima di mezzanotte:  $22,575 \times 1.870 = 42.215 \text{ kWh}$

Energia assorbita dopo mezzanotte:  $(100 \times 110 + 50 \times 90) \times 1,05 \times 2.130 / 1.000 = 34.666 \text{ kWh}$

Energia assorbita in un anno = 76.881 kWh

Onere annuo d'energia:  $22,575 \times 8.190 \times 12 + 76.881 \times 173,80 = \text{£ } 15.580.589$ .



## Calcolo degli oneri di manutenzione

La manutenzione d'un impianto d'illuminazione pubblica comprende essenzialmente e seguenti attività:

- 1) la rilevazione delle lampade fuori servizio;
- 2) il ricambio delle lampade;
- 3) la riparazione dei guasti;
- 4) la pulizia degli apparecchi d'illuminazione, con particolare riguardo alle loro parti d'interesse ottico;
- 5) il controllo dello stato di conservazione dell'impianto;
- 6) la sostituzione dei componenti deteriorati;
- 7) la verniciatura delle parti ferrose.

Nel caso d'impianti per i quali motivi di traffico o di ordine pubblico rendano opportuno un servizio di presidio continuato per il recepimento dei disservizi e la loro pronta riparazione, occorre aggiungere anche tale attività.

Il presente metodo di calcolo comprende gli oneri generalmente assunti dai gestori degli impianti, fatta esclusione delle seguenti voci:

- la rilevazione delle lampade fuori servizio;
- il presidio continuato per il pronto intervento in caso di disservizio;
- a riparazione dei guasti per atti vandalici e per incidenti stradali.

Il presente metodo di calcolo si basa inoltre sulle seguenti ipotesi:

- a) che il ricambio delle lampade venga fatto a programma ad intervalli prefissati;
- b) che il controllo dello stato di conservazione dell'impianto e la pulizia delle parti ottiche del centro luminoso vengano effettuati in concomitanza di ogni ricambio lampada (tanto a programma quanto saltuario; quest'ultimo ricambio è quello che si rende necessario per le lampade che vanno fuori servizio nell'intervallo fra due ricambi a programma).

Il metodo si basa inoltre sull'assunzione che l'onere sia individuabile nelle seguenti voci:

a) *manutenzione linee e sostegni*: questa voce è determinata da un provvedimento del Comitato Interministeriale dei Prezzi (CIP); allo stato attuale, tale voce è fissata nel valore di 2 500 £/centro luminoso;

b) *ricambio delle lampade a programma e pulizia vetro protettivo* (escluso il costo della lampada) e il controllo dello stato di conservazione dell'impianto; è dato dal prodotto: **FT<sub>1</sub>L<sub>1</sub>sG**

**F**: numero annuo interventi

**T**: tempo necessario per un ricambio di lampada, per la pulizia del vetro (in minuti) e per il controllo degli impianti;

**L<sub>1</sub>**: fattore di maggiorazione per tempo logistico relativo a interventi per ricambio a programma o per operazioni di lunga durata

**s**: costo del personale e dell'autocastello (in £/minuto) **G**: fattore di maggiorazione per spese generali;

c) *ricambio delle lampade occasionalmente andate fuori servizio fra due ricambi a programma* (escluso il costo delle lampade); è dato dal prodotto:

**$FM_1T_1L_2sG$**  dove

**Mi**: numero di lampade andate fuori servizio fra due ricambi a programma successivi

**L<sub>2</sub>**: fattore di maggiorazione per tempo logistico relativo ad un intervento occasionale

**F, T<sub>1</sub>, L<sub>1</sub>, s e G** hanno il significato espresso più sopra;

d) *ricambio delle apparecchiature accessorie* (alimentatore, condensatore, eventuale accenditore, eventuali dispositivi di stabilizzazione della tensione - proquota, se centralizzati -), attribuendo loro una vita media di 10 anni; è dato dal prodotto:  **$R(a + T_2 L_1 s)G$**  dove

**R**: valore della rata annua anticipata necessaria a costituire in 10 anni il capitale di 1~, fruendo di un interesse del 10% sulle quote accantonate (5,7/1 00)

**a**: costo delle apparecchiature accessorie (in £)

**T<sub>2</sub>**: tempo necessario per la sostituzione di dette apparecchiature (in minuti) **L<sub>1</sub>, s e G** hanno il significato espresso più sopra;

e) *manutenzione ordinaria degli apparecchi d'illuminazione*: questa voce comprende la riparazione di tutti i guasti che possono occorrere all'apparecchio e viene forfettizzata nel 5% (**M2 0,05**) del costo di un apparecchio d'illuminazione in opera (senza lampade né accessori):  **$M_2 (i + T_3 L_1 s)G$**  dove:

**i**: costo di un apparecchio d'illuminazione (in £)

**T<sub>3</sub>**: tempo necessario per la posa in opera di un apparecchio (in minuti) **L<sub>1</sub>, s e G** hanno il significato espresso più sopra;

f) *manutenzione del quadro di comando*, ai cui organi viene attribuita una vita di 10 anni: è data dal prodotto:  **$R(f + T_4 L_1 s)G/N$**  dove

**f**: costo dei componenti del quadro di comando (in £)

**T<sub>4</sub>**: tempo necessario alla sostituzione dei componenti (in minuti)

**N**: numero medio di centri luminosi alimentati da un quadro **R, L<sub>1</sub>, s e G** hanno il significato espresso più sopra;

g) *costo delle lampade per ricambio a programma*; è dato dal prodotto:  **$FI$**  dove

**I**: costo di una lampada

**F e G** hanno il significato espresso più sopra;

h) *costo delle lampade per ricambi saltuari*; è dato dal prodotto:  **$FM_1IG$**  dove tutti i simboli hanno il significato espresso più sopra.

Il prospetto di tutti i simboli sopra indicati, con i valori comuni a tutti i tipi di lampade supponendo il ricambio a programma per tutte le lampade, è riportato qui di seguito:

**F** numero di interventi in un anno per ricambio lampade, pulizie e controllo dell'impianto = (ore di funzionamento delle lampade all'anno)/(ore di esercizio tra due interventi).

- G** Fattore di maggiorazione per spese generali (20%) = 1,20
- L<sub>1</sub>** Fattore di maggiorazione per tempo logistico, per interventi programmati o per interventi di lunga durata
- L<sub>2</sub>** Fattore di maggiorazione per tempo logistico, per interventi occasionali
- M<sub>1</sub>** Percentuale di mortalità delle lampade durante il periodo compreso fra due ricambi a programma diviso per 100
- M<sub>2</sub>** Percentuale media annua di guasto degli apparecchi illuminanti diviso per 100
- N** Numero di centri luminosi alimentati da un quadro
- R** Valore della rata anticipata necessaria a costituire in 10 anni il capitale di 1£, fruendo di un interesse del 10% sulle quote accantonate =  $5,7/100$
- T<sub>1</sub>** Tempo necessario per stazionamento autocestello, eventuale segnaletica stradale (anche se normalmente la segnalazione si effettua con la bandiera rossa), raggiungimento posizione lavoro, sostituzione lampada, pulizia vetro, controllo dell'impianto, operazioni inverse per l'autocestello
- T<sub>2</sub>** Tempo necessario per la sostituzione degli accessori di un proiettore
- T<sub>3</sub>** Tempo necessario per la messa in opera di un apparecchio illuminante
- T<sub>4</sub>** Tempo necessario per la sostituzione dei componenti l'apparecchiatura di comando e protezione
- a** Costo degli accessori di un apparecchio illuminante
- f** Costo dei componenti (interruttore crepuscolare, contattori, interruttori, portafusibili, eventuali trasformatori, ecc.) dell'apparecchiatura di alimentazione, comando e protezione di un quadro (alimentante un gruppo di centri luminosi) con vita presunta di 10 anni
- i** Costo di un apparecchio illuminante (privo di lampada e di apparecchiature ausiliarie)
- l** Costo di una lampada nuova
- s** Costo al minuto del personale e dell'autocestello

La formula del corrispettivo di manutenzione, secondo quanto sopra esposto, è la seguente: corrispettivo di manutenzione = Corrispettivo CIP per manutenzione linea e sostegno +  $FTiL_1sG + FM_1T_1L_2sG + R(a + T_2L_1s)G + M_2(i + T_3L_1s)G + R(f + T_4L_1s)G/N + FIG + FM_1lG$ .

**2. *CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA***

- 2.1 PREMESSA**
- 2.2 LEGGE REGIONE LOMBARDIA N° 17/2000**
- 2.3 NORME TECNICHE APPLICABILI AGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE PUBBLICA**
- 2.4 IMPIANTO CON REGOLATORE DI FLUSSO LUMINOSO**
- 2.5 RISPARMIO ENERGETICO**
- 2.6 TELEGESTIONE**
- 2.7 SORGENTI LUMINOSE**
- 3. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DI UNA BUONA ILLUMINAZIONE**

## 2. CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA

### 2.1 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale sta attuando il piano regolatore dell'illuminazione in funzione alla nuova Legge Regione Lombardia n° 17/2000 e pertanto si é provveduto a redigere "lo stato di fatto" censendo:

- Tutti i Quadri Elettrici destinati alla Pubblica illuminazione con relativo schema;
- Tutti i punti luce nel territorio suddiviso per Quadro di appartenenza;
- Linea di alimentazione con le loro caratteristiche di posa e sezione;
- Rilevazione dei punti luce con collocamento sulla planimetria suddivisi per Quadri di appartenenza al fine di verificare i futuri sviluppi;
- Misure strumentali ai fini di conoscere:
  - resistenza di terra
  - livello d'isolamento dei circuiti
  - prelievo di potenza
  - prelievo della corrente sulle fasi
  - livello di dispersione delle linee
  - efficienza dei singoli interruttori /relè differenziali destinati alla protezione da contatti indiretti
- Stato generale degli apparecchi illuminante e la loro tipologia estetica.

Tale documentazione si é resa necessaria al fine di fornire all'Amministrazione Comunale gli strumenti per poter programmare i futuri interventi finalizzati non solo all'efficienza, ma anche alla riqualificazione di alcuni Quartieri attraverso la Pubblica illuminazione e nel contempo ottenere sostanziosi risparmi di gestione.

L'esigenza di elaborare un Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica nasce dall'esigenza di dare uno sviluppo organico agli interventi di illuminazione nell'area Comunale. Per "sviluppo organico" deve intendersi l'impostazione di un unico Piano redatto con criteri omogenei.

Lo stato di fatto della maggior parte dell'illuminazione delle aree pubbliche è spesso una situazione ereditata, che si presenta disorganica ed eterogenea, realizzata il più delle volte con interventi isolati e limitati, in relazione alle necessità contingenti e alle disponibilità economiche.

Il Piano ha lo scopo di ottimizzare ed omogeneizzare sia gli interventi immediati, sia quelli futuri ed ha caratteristica di indirizzo per i soggetti preposti alla programmazione e alla disciplina degli interventi stessi.

Tale strumento ha una duplice valenza:

- a) sul piano tecnico, tutti gli interventi che vengono eseguiti, anche se frazionati nel tempo e modesti sul piano economico, dovranno seguire un'unica logica e risultare armonizzati con le scelte urbanistiche;
- b) sul piano economico, la previsione del sistema consentirà di valutare in anticipo i costi d'intervento e di gestione con anticipo, e di programmare le risorse evitando così sprechi negli interventi frazionati.

La struttura del Piano si prefigge di produrre sensibili miglioramenti nei seguenti settori:

- a) sicurezza del traffico e delle persone;
- b) arredo urbano;
- c) economia di gestione.

Il Piano è stato redatto nell'osservanza delle disposizioni del Codice della Strada, delle normative tecniche vigenti dell'UNI e CEI e dell'immagine urbana sia diurna che notturna in relazione all'inserimento degli apparecchi d'illuminazione e di loro sostegni e linee di alimentazione.

## **2.2. LEGGE REGIONE LOMBARDIA N° 17/2000**

La recente Legge della Regione Lombardia n° 17/2000, “Misure vigenti in termine di risparmio energetico ed uso dell’illuminazione esterna e di lotta contro l’inquinamento luminoso”, essenzialmente pone l’Amministrazione Comunale a:

- Adozione di sorgenti luminose con il più elevato rendimento possibile (100 lumen / Watt);
- Adozioni di apparecchi illuminanti con ottica cut-off ed anabbaglianti, privi di emissione di flusso luminoso oltre 90°;
- Adozioni di sistemi idonei al risparmio energetico da applicare nella misura del 50% delle ore di funzionamento.

Ai fini della presente Legge viene considerato “*inquinamento luminoso*” ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperde al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata ed in particolar modo al disopra della linea dell’orizzonte.

Tale prescrizioni che devono essere applicate sia agli impianti di nuova realizzazione e sia per quelli esistenti entro 3 anni dall’entrata in vigore della presente Legge.

Quanto sotto esposto sono le indicazioni generali contenute nella Legge n° 17 del 27.03.2002 della Regione Lombardia “*Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso*”.

### **1. *Compiti dell’Amministrazione Comunale verso gli impianti ad uso privato***

I compiti dell’Amministrazione Comunale verso gli impianti ad uso privato sono i seguenti:

- Sottoporre al regime dell’autorizzazione da parte del Sindaco tutti gli impianti di illuminazione esterna, anche a scopo pubblicitario, a tal fine il progetto deve essere redatto da una figura professionale prevista per tale settore impiantistico e dal progetto deve risultare la rispondenza dell’impianto ai requisiti della presente legge e al termine dei lavori, l’impresa installatrice rilascia al Comune le dichiarazioni di conformità dell’impianto realizzato;
- Provvedere, tramite controlli periodici di propria iniziativa o su richiesta degli osservatori astronomici o di altri osservatori scientifici, a garantire il rispetto e l’applicazione della presente legge sui territori di propria competenza da parte di soggetti pubblici o privati.
- Emettere apposite ordinanze, entro 60 giorni dall’entrata in vigore della presente legge, per la migliore applicazione dei principi per il contenimento dell’inquinamento luminoso, che dei consumi energetici derivati dall’illuminazione esterna, con specifiche indicazioni ai fini del rilascio della licenza edilizia.

- Provvedere, su richiesta degli osservatori astronomici o di altri osservatori scientifici, alla verifica dei punti luce non corrispondenti ai requisiti previsti dalla presente legge, disponendo affinché essi vengano modificati o sostituiti o comunque uniformati ai criteri stabiliti, entro l'anno della constata, inadempienze, e, decorsi questi, improrogabilmente entro 60 giorni.
- Applicare, ove previsto, le sanzioni amministrative all'art. 8, impiegando i relativi proventi per i fini a cui al medesimo articolo.

Art. 8 (Sanzioni per le zone tutelate)

- 1) Chiunque, nelle fasi a rispetto dei siti degli osservatori tutelati dalla presente legge, impiega impianti o sorgenti di luce non rispondenti ai criteri indicati all'Art. 6 e 9 incorre, qualora non modifichi gli stessi entro 60 giorni dall'invito dei Comandi di Polizia Municipale del comune competente, nella sanzione amministrativa da £. 400.000 (€ 206,58) fino a £. 1.200.000 (€ 619,75).
- 2) Si applica la sanzione da £ 700.000 (€ 361,52) fino a £. 2.100.000 (€ 1.084,56) qualora detti impianti costituiscano notevole fonte di inquinamento luminoso, secondo le specifiche fornite dagli osservatori astronomici competenti, e vengono utilizzati a pieno regime per tutta la durata della notte anche per semplici scopi pubblicitari.
- 3) I proventi di dette sanzioni saranno impiegati per l'adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica con i criteri di cui alla presente legge.
- 4) I soggetti pubblici, ivi compresi i Comuni, che omettono di uniformarsi ai criteri di cui alla presente legge, entro i periodi indicati, sono sospesi dal beneficio della riduzione del costo di energia elettrica impiegata per gli impianti di pubblica illuminazione fino a quando si adegueranno alle stesse, non oltre i quattro anni, alla normativa vigente.
- 5) Il provvedimento di cui al comma 4 è adottato con delibera della Giunta Regionale previo ispezione su segnalazione degli osservatori astronomici territoriali competenti.

La zona "buia" della Legge 17/2000 è comunque l'Art. 7 che recita:

*"All'autorizzazione delle spese previste dalla presente Legge si provvederà con successivo provvedimento di Legge"*



## **2. Impianti di Pubblica Illuminazione: competenze del Comune Grassobbio**

Per gli impianti di Pubblica Illuminazione del Comune di Grassobbio, secondo la legge n°17/2000 della Regione Lombardia, le Amministrazioni Comunali dovranno:

- redigere il Piano Regolatore di Pubblica Illuminazione entro tre anni dall'entrata in vigore della Legge, che deve comprendere lo stato di fatto, gli eventuali sviluppi e la previsione per l'applicazione dei regolatori di flusso luminoso in grado di ridurre i costi di gestione
- ottemperare l'Art. 6 della Legge n° 17/2000 della Regione Lombardia rendendo gli apparecchi illuminanti cut-off (anabbaglianti) o sostituirli con altri con vetro piano;
- Adozione di sorgenti luminose ad alto rendimento o al Sodio Alta Pressione da 100 lumen/W come previsto dall'Art. 6 della predetta Legge;
- Applicazione della riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne nella misura del 50% delle ore di funzionamento al fine di ridurre i costi di gestione;
- Tutti i proiettori e torri-faro che illuminano parcheggi, cantieri, impianti sportivi e aree di ogni tipo devono avere rispetto al terreno una inclinazione di 90°

## **2.3 - NORME TECNICHE APPLICABILI AGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Le Norme tecniche che regolano l' impiantistica d'illuminazione Pubblica sono:

- Norme CEI 64.7 "Impianti d'illuminazione Pubblica o similari"
- Norme CEI 64.8 "Impianti d'illuminazione a Bassa Tensione"
- Guida CEI 64.12 "Guida alla realizzazione degli impianti di terra "
- Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato"

In particolare le Norme CEI 64.7 e CEI 64.8 si occupano prevalentemente del funzionamento e della sicurezza elettrica dell'utente affinché eventuali guasti evitino la folgorazione, come la messa in tensione di una palificazione a seguito del contatto con i conduttori e quindi la verifica essenzialmente é quella di accertarsi che la relazione  $R_a I_a \leq 50V$  dove:

$R_a$  = é il valore della resistenza globale dell'impianto di terra (ohm)  
 $I_a$  = é il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)  
50V = é il valore della tensione di contatto limite (V)

sia ottemperata secondo le Norme CEI 64.8 art. 413.1.4.2 in funzione di contatti indiretti e quindi di accertarsi che la protezione differenziale sia coordinata con il valore della resistenza di terra ( $R_t$ ) e che questa protezione sia in grado di interrompere il circuito prima di creare infortuni alle persone.

### **a) Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64.7 art. 4.3.11)**

La Norma CEI 64.7 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

## **b) Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.7 art. 4.03.09)**

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario dotare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.  
Inoltre i cavi fanno capo a morsettiera contenuta in scatole di derivazione di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.  
Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.  
Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione delle torri faro e per l'impianto del sottopasso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mmq. che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione  $R_a I_a \leq 50 V$  dove:

$R_a$  = è il valore della resistenza globale dell'impianto di terra (ohm)

$I_a$  = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50 V = è il valore della tensione di contatto limite (V)

secondo le Norme CEI 64.8 art. 413.1.4.2

## **c) Livello d'isolamento dell'impianto (Norme CEI 64.7 art. 4.2.03)**

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti deve ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2 U_0}{L+N} \quad \text{dove:}$$

$U_0$  = è la tensione normale verso terra in KV

$L$  = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

$N$  = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a 0,5 Mohm.

## **d) Caduta di tensione fondo linea (Norme CEI 64.7 art. 4.2.04)**

Secondo le Norme CEI 64.7 art. 4.2.04 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione misurata dei morsetti sul Quadro di alimentazione.

e) **Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche (Norme CEI 64.7 art. 4.7.05)**

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls.

f) **Altezza minima degli impianti sulla carreggiata (Norme CEI 64.7 art. 4.6.02)**

L'altezza minima di una qualsiasi parte dell'impianto deve essere pari a 6 m. Altezza inferiore, fino ad un minimo di 5 m., sono ammesse esclusivamente per le lanterne semaforiche.

Le altezze minori possono essere adottate in casi particolari previa autorizzazione del proprietario della strada.

g) **Fattore di potenza (Norme CEI 64.7 art. 4.2.08)**

Il fattore di potenza dell'impianto, misurato in corrispondenza dell'inizio della linea di alimentazione e non tenendo conto della transitoria di accensione non deve essere inferiore a 0,9.

## **2.4 - IMPIANTO CON REGOLATORE DI FLUSSO LUMINOSO**

Il regolatore del flusso luminoso é costruito per alimentare le lampade a scarica utilizzate per gli impianti d'illuminazione Pubblica in quanto **una corretta alimentazione con tensione stabilizzata** permette di aumentare considerevolmente la vita media delle lampade, consentendo nel contempo un corretto livello d'illuminamento nel tempo.

Come diretto risultato dell'allungamento della vita media delle lampade ne deriva un notevole risparmio nei costi manutentivi ed assicura un risparmio energetico che raggiunge il 40%.

Il regolatore dovrà permettere che il livello d'illuminamento possa variare gradualmente consentendo agli utilizzatori delle strada di assefuarsi progressivamente alle nuove condizioni luminose.

Alla messa in servizio il regolatore dovrà essere predisposto per effettuare il ciclo di accensione ad un valore fissato, che correttamente può essere di 195 V. Al termine del ciclo di accensione, il regolatore inizierà gradualmente ad incrementare la tensione d'uscita fino al raggiungimento del valore nominale (220 V), permettendo alle lampade di lavorare al massimo della luminosità.

Durante le ore notturne, contraddistinte da un minor traffico veicolare, **permetterà di alimentare le lampade con tensione ridotta**, assicurando così elevati risparmi sia a livello immediato per la gestione e sia per la manutenzione.

Tali comandi di accensione avverranno tramite il segnale della fotocellula installata in campo, mentre gli orari ed i livelli dell'inserimento delle parzializzazioni avverrà tramite strumenti ed apparecchiature in dotazione al Quadro regolatore in forma automatica se preimpostati.

A seguito di un Bleck-out, al ritorno dell'alimentazione di rete, il regolatore dovrà ripetere nuovamente il ciclo di accensione, garantendo l'innesco della lampada, per poi ritornare al valore della tensione prefissato prima dell'interruzione dell'alimentazione.

In qualsiasi condizione di funzionamento il regolatore dovrà assicurare la stabilizzazione della tensione in uscita con una precisione del "+/-1%" in presenza di variazioni di tensioni d'ingresso sino al "+/- 10%", quindi assicurando una corretta e costante alimentazione delle lampade sottese, in quanto è noto che durante la notte, l'ENEL fornisce abitualmente una tensione che varia da 230/240 V, che determina in altre condizioni invecchiamenti precoci delle sorgenti luminose.

### **a) Impiego del regolatore**

L'impiego del regolatore dovrà essere prefissato in modo tale che nella situazione di progetto l'impianto possa funzionare a :

- funzionamento a regime normale 1.200 ore (circa)
- funzionamento a regime ridotto (175 V) 2.800 ore (circa)

assicurando contestualmente tutti i parametri inerenti alla sicurezza della viabilità prescritti dalle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade a traffico motorizzato".

Con tale programmazione si otterrà un risparmio sui costi di gestione dell'ordine del 35% rispetto ad un funzionamento tradizionale.

Però il risparmio ottenibile può essere superiore a quello indicato, soprattutto grazie alla funzione dello stabilizzatore della tensione, questo avviene come già detto, durante le ore notturne, quando la tensione di terra, a causa dei nuovi prelievi è notevolmente superiore del 5/7% rispetto al valore nominale. Quindi si può ipotizzare un utilizzo superiore del 6-7% rispetto alle normali condizioni di esercizio senza l'uso dei regolatori del flusso luminoso.

## **b) Durata delle sorgenti luminose**

I costruttori delle lampade indicano che almeno il 50% di esse possono raggiungere le 18000 ore con lo scadimento del flusso luminoso del 30% dopo le 10/11000 ore di funzionamento.

Per contro si ha invece che praticamente si effettua un ricambio programmato dopo le 8000 ore, in quanto si è riscontrato che al raggiungimento di tale ore di funzionamento si ha:

- già il 30/35% in meno del flusso iniziale;
- che la mortalità delle lampade è già del 30/35%.

La differenza tra i dati di laboratorio ed i dati di esercizio è pertanto notevole in quanto le cause che riducono la vita di una lampada sono abbastanza note e più precisamente:

- effetto specchio dovuto all'auto riverbero sulle lampade dei raggi termici dovuti ad una parabola mal progettata o mal costruita;
- perdita di amalgama;
- scarso smaltimento del calore dovuto all'insufficienza di caratteristiche tecniche dell'apparecchio illuminante che non consente un efficiente smaltimento del calore emesso dalle lampade, che dovrebbero essere del tipo "Self-Stopping", che non insistono con inutili scariche su lampade calde in attesa di riaccensione;
- gruppo di alimentazione non idoneo;
- eccesso di tensione di alimentazione della rete che notoriamente è sempre superiore a 220 V e nel caso specifico siamo di fronte a tensioni dell'ordine di 236/239 V

E' noto quindi che la principale ragione di mortalità delle lampade è l'eccesso di tensione lampada e quindi di alimentazione, si renderebbe necessario eliminare o quanto meno ridurre necessariamente le causa interne che determinano aumenti dalla tensione lampada.

Per quanto riguarda l'obiettivo di prolungare la vita utile delle lampade è raggiungibile solo con un rigoroso controllo della tensione di alimentazione nominale ed in questo settore che si ottengono i risultati più appaganti.

Con l'adozione dei regolatori di tensione negli impianti di Pubblica illuminazione, in contemporanea con l'utilizzo di apparecchi illuminanti efficienti si può rimediare a:

- l'eccesso di tensione di funzionamento nelle ore serali e notturne dell'ordine del 5/6% che causerebbe una riduzione della vita media;
- il rallentamento del processo di messa a regime delle lampade, consentendo la riduzione dell'incremento di avviamenti, come è noto, risulta essere la fase più

critica e più compromettente nella vita della lampada, sia per il formarsi dell'effetto "scudo" che per le sollecitazioni sulla testata del bulbo del bruciatore;

- la tensione stabilizzata in uscita e la riduzione secondo un programma impostato nelle ore notturno contraddistinte da minor traffico veicolare riducono la potenza assorbita delle lampade, aumentando la vita utile sino a 24.000 ore come una riduzione del flusso luminoso dell'ordine del 10/12%, il che significa avere l'impianto quasi con le stesse caratteristiche illuminotecniche dopo 5 anni di funzionamento;
- con la tensione stabilizzata a 220 V l'incidenza della mortalità delle lampade si ridurrà ad un massimo del 10%.

**c) Impiego dei regolatori nel Comune di Grassobbio**

L'Amministrazione Comunale sta adottando tale soluzione sin dal 1997/98 ed attualmente tutti i Quadri Elettrici in uso agli impianti di Pubblica Illuminazione sono di tale tipo.

## **2.5 - RISPARMIO ENERGETICO**

### **a) Considerazioni generali**

Gli impianti d'illuminazione sono allacciati a reti di distribuzione che sono soggette a variazioni di tensione, dovute sia all'Ente erogatore sia alle variazioni di carico stagionali e giornaliere.

Le lampade, funzionando correttamente, devono essere alimentate con una tensione non superiore al 5% del loro valore nominale. Spesso nei periodi di funzionamento degli impianti si verificano valori molto elevati dell'ordine del 10/13%.

Le fluttuazioni della tensione, ed in modo particolare le sovratensioni sono estremamente critiche per tutte le sorgenti luminose, limitandone la resa sia a livello di durata, sia a livello di flusso luminoso emesse nel tempo.

Per ottenere le massime prestazioni dell'impianto di illuminazione, risulta pertanto necessaria la funzione di stabilizzare, e dovrà essere effettuata con tecnologie estremamente affidabili e caratterizzate da elevate capacità di recupero delle variazioni di rete.

Il regolatore di flusso luminoso per gli impianti di illuminazione è derivato dalla tecnologia di uno stabilizzatore automatico di tensione ed inserito in un'installazione nuova o preesistente che permette di stabilizzare la tensione di linea ed effettuare inoltre la regolazione entro il valore ottimale di 220V ed un valore minimo compatibile con il tempo della lampada utilizzata, ciò allo scopo di diminuire la potenza assorbita con conseguente risparmio dei consumi fino ad un massimo del 50%.

La tensione stabilizzata oltre a prolungare la vita delle lampade installate ne riduce drasticamente i costi di manutenzione e di sostituzione.

### **b) Impianti per il contenimento dei costi di gestione**

Per ottenere un risparmio energetico abbandonando il vecchio sistema di una palificazione spenta alternativamente ormai non più conforme alle Norme di sicurezza in quanto crea disuniformità d'illuminamento sulla sede stradale impedendo la valutazione di eventuali ostacoli, secondo l'attuale tecnologia si dispone di apparecchiature statiche da abbinare agli attuali Quadri Elettrici ed in grado di:

- Ridurre il flusso luminoso sino al 50% nelle ore contraddistinte da un minor traffico veicolare (presumibilmente dalle ore 21 fino all'alba) pur conservando lo stesso valore di uniformità e quindi di sicurezza, fornendo un livello d'illuminamento più adatto alle esigenze degli utenti, gestendo nel contempo la tensione stabilizzata d'uscita;
- Ridurre i costi derivanti dai consumi sino al 45% al ciclo di accensione per ogni tipo di lampada;
- L'alimentazione corretta di ogni tipologia di lampada (Vapori di Mercurio, Sodio Alta Pressione, Joduri Metallici o fluorescente) mantiene le caratteristiche costruttive delle stesse nel tempo;



- Controllo della tensione in uscita a 220 (+/- 2%) a fronte di quella in entrata fluttuante anche del 10% con altre funzioni complementari; con il rallentamento del processo di messa a regime delle lampade, con una tensione applicata di 195 V per poi stabilizzarsi a 220 V dopo alcuni minuti e questo consente la riduzione dell'incremento termico di avviamento, che come è noto, risulta essere la fase più critica e più compromettente della vita delle lampade, sia per il formarsi dell'effetto "scudo" e sia per le sollecitazioni sulla testata del tubo del bruciatore lampada;
- Per poter programmare nell'arco dell'anno diversi livelli di illuminamento secondo le condizioni reali e specifiche con la seguente metodologia di massima:

	<b>PIENO REGIME</b>	<b>25% DI RIDUZIONE</b>	<b>50% DI RIDUZIONE</b>
<i>Inverno</i>	dall'imbrunire sino alle 21	dalle 21 alle 23	dalle 23 all'alba
<i>Primavera/Autunno</i>	dall'imbrunire sino alle 22		dalle 23 all'alba
<i>Estate</i>		dalle 21 alle 23	dalle 23 all'alba

Con l'adozione di tale programma, che risulta modificabile in qualsiasi momento anche in funzione di particolari condizioni come feste, eventi particolari ecc. è possibile ridurre i consumi di energia dell'ordine del 40% e raddoppiare la vita media delle lampade.

### c) Vita media delle lampade della Pubblica Illuminazione

Alcune aziende Municipalizzate hanno condotto sul campo una serie di monitoraggi comparativi con gli impianti d'illuminazione dotati di regolatore di flusso luminoso e altri privi di tali apparecchiature, di cui sono scaturite relazioni tecniche che trovano perfettamente coincidenza con il monitoraggio che il mio studio sta eseguendo dal 1992 e quindi si può affermare che:

#### Mortalità delle lampade:

	<b>SENZA REGOLATORE</b>	<b>CON REGOLATORE</b>
Mortalità nella vita media	dal 20 al 38%	4 %
Durata	9.000 / 11.000 ore	24.000 ore
Flusso luminoso	50% (a 10.000 ore)	82% (a 24.000 ore)
Tensione lampada	165V (11.000 ore)	150V (24.000 ore)

Dalla tabella se ne deduce che con l'adozione del regolatore di flusso luminoso permette all'Amministrazione Comunale di:

- Consentire lo stesso livello di illuminamento originale (come lampade nuove) per circa 5 anni anziché dopo due come per gli impianti tradizionali;

- Eliminare un ricambio lampada in quanto si passerà dai canonici 36 mesi a 6 anni, con l'impiego dello stabilizzatore;
- La bassa mortalità delle lampade durante il ciclo di funzionamento consentirà di mantenere in efficienza l'impianto e di ridurre notevolmente i costi dell'intervento di sostituzione dell'ordine del 30% (mediamente).

#### **d) Valutazione costi di gestione**

I costi complessivi di gestione di un impianto di Pubblica Illuminazione sono costituiti da:

- costi per il suo esercizio,
- oneri finanziari che amministrativamente fanno riferimento all'anno.

E' importante considerare che gli oneri finanziari composti da fonti di rinnovo, (più eventuali interessi passivi) sono da commisurare al valore iniziale dell'impianto. Per benefici più immediati, maggior attenzione va invece posta al contenimento dei costi di esercizio veri e propri.

I costi correnti dell'esercizio di un impianto sono composti da:

- costi dell'energia elettrica;
- ricambio lampade;
- interventi manutentivi o conservativi sulle linee, sostegni ed apparecchi.

I maggiori oneri di esercizio restano però il ricambio delle sorgenti luminose.

L'adozione dei regolatori, dal punto di vista dei costi, influisce sui oneri finanziari in quanto aumentano il costo iniziale, sia per la spesa corrente perché influisce sui ricambi.

I maggiori costi d'insediamento relativi all'adozione dei regolatori/stabilizzatori hanno un ritorno medio fra i 18 ed i 24 mesi, tenuto conto dei soli minori costi d'esercizio.

Se poi si volessero considerare gli ulteriori benefici sui costi degli impianti nuovi dovuto al minore impiego di energia elettrica in opera per l'assenza della parzializzazione, il tempo di ritorno si ridurrebbe ulteriormente.

La valenza strategica del regolatore / stabilizzatore di tensione si manifesta però in modo, a mio avviso, rivoluzionario per l'influenza che essa produce sui ricambi.

#### **e) Conclusioni**

L'esame dei dati ricavati dalle esperienze documentate da alcune Aziende Comunali, riferite ad un congruo numero di impianti sin dal 1986, a quelli ricavati dal sottoscritto ad un limitato numero di casi, che però ritengo significativo per gli effetti ottenuti con i regolatori, sono tali da giustificare un ripensamento complessivo della strategia degli impianti di Pubblica Illuminazione in quanto:

- si può raddoppiare il tempo di ricambio lampada passando da 3 a 5/6 anni senza compromettere l'efficienza dell'impianto;

- si può migliorare l'economia della gestione;
- ridurre drasticamente il degrado occasionale dell'impianto;

La continuità delle esperienze sta portando a conclusioni ben più sconcertanti, infatti il degrado prestazionale con l'uso dei regolatori potrebbe essere totalmente contenuto da ottenere una gestione tecnicamente ottimale con i soli ricambi occasionali.

Il continuo monitoraggio delle Aziende Municipalizzate di Modena, di Torino e l'ACEA di Roma confermano ormai l'indispensabilità di dotare gli impianti di Pubblica Illuminazione con i regolatori di flusso luminoso confermato anche da un continuo monitoraggio presso il Comune di Grassobbio sin dal 1997.

#### f) **Consistenza dei Quadri di regolazione**

Attualmente nel Comune di Grassobbio sono presenti i seguenti Quadri Elettrici completi di regolatore di flusso luminoso in grado di ridurre i costi di gestione dell'ordine del 30%:

	<b>UBICAZIONE</b>	<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	<b>POTENZA</b>	<b>N° PUNTI LUCE</b>
1)	QUADRO "A" di Via Fornacette	1998	3x8,5 kVA	109
2)	QUADRO "B" di Via Solferino	1998	3x15,0 kVA	188
3)	QUADRO "C" di Via Papa Giovanni XXIII	1998	3x8,5 kVA	109
4)	QUADRO "D" di Via C. Colombo	1998	3x12,0 kVA	120
5)	QUADRO "E" di Via Boschetti	1998	3x12,0 kVA	123
6)	QUADRO "F" di Via Azzano S. Paolo	1998	3x12,0 kVA	101
7)	QUADRO "G" di Via Circonvallazione	2000	3x7,0 kVA	50
8)	QUADRO "H" di Via Matteotti 1	2002	3x7,0 kVA	28
9)	QUADRO "I" di Via Zanica 4/6	2003	3x7,0 kVA	18
10)	QUADRO "L" di Via Zanica	1998	3x8,5 kVA	67
11)	QUADRO "M" di Via C. Colombo	1998	3x7,0 kVA	45
12)	QUADRO "N" di Via Matteotti 18	2001	3x7,0 kVA	61
13)	QUADRO "P" di Via dei Pascoli	2002	3x7,0 kVA	29

## **2.6 - TELEGESTIONE**

I Quadri Elettrici di regolazione che verranno posti nell'ambito P.R.I. sono predisposti per ospitare un complesso di apparecchiature in grado di colloquiare con i moduli ad onde convogliate posti ai singoli apparecchi illuminanti, che verranno elaborati attraverso un Modem / GSM alla sala di controllo od alla postazione dedicata alla manutenzione presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

Con tale sistema si abolirà la metodologia dell'accertamento della disfunzione attraverso i sorveglianti o segnalazione spontanea di cittadini, in quanto sarà possibile acquisire direttamente dall'unità centrale le seguenti informazioni:

- Impianto acceso / spento ;
- Stato dell'interruttore ENEL e quindi presenza di rete;
- Stato degli interruttori dei circuiti sottesi al Quadro;
- Stato dell'interruttore crepuscolare;
- Stato degli ausiliari elettrici del Quadro;
- Ore di funzionamento dell'impianto a regime permanente o ridotto;
- N° di interruzioni del funzionamento dell'impianto suddiviso per impianto ENEL ed utente.

L'impiantistica potrà essere completata con altri ausiliari elettrici per consentire di acquisire ulteriori informazioni sui singoli punti luce:

a) Dall'apparecchio illuminante:

- Stato della lampada (accesa / spenta );
- Ore di funzionamento della lampada (per consentire la sostituzione programmata);
- Stato del condensatore;
- Stato del reattore ;
- Stato dell'accenditore;
- Tensione di lampada ;
- Eventuali dispersioni verso terra.

b) Dalla sala di controllo presso il CED :

Si può verificare in ogni momento lo stato generale dell'intero impianto ed effettuare se necessario delle forzature come:

- Spegnerne o accendere singolarmente una lampada o più lampade del sistema;
- Accendere o spegnere l'intero impianto,
- Riprogrammare i parametri d'allarme contenuti nella centralina di governo,
- Grafico dei consumi ordinari ed a regime ridotto,
- Lista degli allarmi e cronologia degli allarmi,

Con la telegestione sarà possibile conoscere in ogni momento lo stato di efficienza dell'impianto ed eventualmente con informazioni assunte, si potrà determinare la filosofia dell'intervento di manutenzione. Le informazioni che perverranno alla centrale di controllo attraverso GSM dovranno essere elaborate da un software dedicato in grado di esser ampliato con la connessione di altri impianti.

## **2.7 – SORGENTI LUMINOSE**

Ogni impianto d'illuminazione è costituito da un complesso di dispositivi e di apparecchiature che hanno il compito di assicurare la funzionalità e la durata, rendere agevoli e non pericolosi i lavori d'installazione e di manutenzione.

Il consumo di energia elettrica non deve comportare spese ingenti per il corrente utilizzo dell'impianto.

Per ottenere questi requisiti è necessario conoscere le caratteristiche tecnico-funzionali delle sorgenti luminose.

Per la Pubblica Illuminazione si utilizzeranno prevalentemente lampade a scarica contraddistinte da una elevata durata:

- a. Vapori di Mercurio ad alta resa;
- b. Vapori di Alogenuri metallici;
- c. Vapori al Sodio Alta Pressione;
- d. Vapori al Sodio – Xenon;
- e. Vapori al Sodio Bassa Pressione;
- f. Ad induzione.

Le lampade più utilizzate nella Pubblica Illuminazione sono quelle al Sodio Alta Pressione e quelle ad alogenuri metallici, in quanto sono caratterizzati da ridotte dimensioni e valori di lumen emessi da 70 a 110 lumen/Watt.

- Lampade al Sodio Alta Pressione: Sono caratterizzate da un alto rendimento illuminotecnico 100/110 lumen con una tonalità di colore da 1900 a 2200°K che le conferisca il colore giallo e sono disponibili nelle seguenti potenze da 70 / 100 / 150 / 250 / 400 / 1000 W:
  - **Impiego**  
Tali lampade sono impiegate per l'illuminazione di strade ad elevati valori d'illuminamento del tipo a scorrimento veloce, dove la fedeltà colori non è determinante.
  - **Durata**  
La vita media delle lampade alimentate stabilmente si aggira sulle 9000 ore.
  
- Lampade CDM-T: Sono caratterizzate da una buona qualità della luce emessa con tonalità da 3000°K e fedeltà colori superiore a 60 e con un giusto compromesso sul rendimento che è comunque superiore a 70 lumen/Watt.
  - **Impiego**  
Tale lampade sono impiegate per l'illuminazione di edifici, Centri Storici, passaggi pedonali ed aree di sosta o soggiorno.

- **Durata**  
La vita media delle lampade si aggira sulle 8000 ore.
  
- Lampade ad alogenuri metallici:
  - Sono caratterizzate di un colore bianco della luce emessa con tonalità a 4000°K con fedeltà colori superiori a 85 con un rendimento d'illuminazione di 55 lumen/Watt
  - **Impiego**  
Tale lampade sono impiegate normalmente per l'illuminazione di aree verdi, giardini, alberi ed in alcuni casi monumenti.
  - **Durata**  
La vita media delle lampade si aggira sulle 6000 ore.
  
- Lampade fluorescenti compatte:
  - Sono caratterizzate da una modesta dimensione con una discreta efficienza luminosa con tonalità di colore che va da 3000 a 4500°K fornendo una luce bianca/bianca calda/bianca fredda.
  - **Impiego**  
Tali lampade vengono impiegate in apparecchi ornamentali da 500/1000 mm o nei faretti da incasso per segna passo.
  - **Durata**  
La vita media delle lampade è di circa 6000 ore con tensione di funzionamento di 220 V.

Le sorgenti luminose al Sodio Alta Pressione, possono essere regolate sino a 170 V tramite un Quadro Elettrico con "Booster" di regolazione e la vita media potrà assumere valori di oltre 24.000 ore anziché le tradizionali 9.000 ore e quindi idonee per l'impiego nella Pubblica Illuminazione.

**3. CARATTERISTICHE GENERALI DI UNA BUONA ILLUMINAZIONE**

### 3. CARATTERISTICHE GENERALI DI UNA BUONA ILLUMINAZIONE

I caratteri dei parametri dell'illuminazione delle strade con traffico motorizzato sono considerate dalla Norme internazionali UNI 10439 che determinano:

- Valori d'illuminamento delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori di uniformità delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori dell'abbagliamento molesto (fattore "G") in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori dell'abbagliamento debilitante (fattore TI%) in funzione alle loro caratteristiche d'uso;

Gli adeguamenti e potenziamenti degli impianti d'illuminazione saranno progettati al fine di rispondere alle prescrizioni tecniche delle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato", Norme CEI 64.7 "Impianti di Pubblica illuminazione o similari", realizzando e superando i valori minimi sanciti dalle seguenti Norme, prendendo in esame gli aspetti principali della visione notturna su strade con traffico veicolare e più precisamente:

#### 3.1. Indice di abbagliamento molesto:

**Indice di abbagliamento molesto (G):** viene calcolato considerando i parametri specifici del corpo illuminante che quelli relativi all'installazione e viene espresso come un numero puro e tanto più elevato risulta l'indice tanto minore sarà il fastidio provocato dall'illuminazione artificiale e tanto migliore sarà il comfort dell'impianto e si esprime in:

<b>G = 1</b>	<b>intollerante</b>
<b>G = 3</b>	<b>dannoso</b>
<b>G = 5</b>	<b>ammissibile</b>
<b>G = 7</b>	<b>limitato</b>
<b>G = 9</b>	<b>impercettibile</b>

#### 3.2. Indice di abbagliamento debilitante:

**Abbagliamento d'incapacità (TI%):** è un indice che esprime l'impossibilità di percepire un ostacolo generato dal fastidio visivo vero e proprio dei corpi illuminanti. Questa incapacità dipende dal "velo" di luminanza creata dall'interno dell'occhio dall'eccessiva intensità luminosa ammessa dalla successione di apparecchi presenti nel campo visivo del conduttore.

**TI** è un'espressione dell'abbagliamento che considera sia le caratteristiche dei corpi illuminanti che i parametri dell'installazione, tanto sarà più elevato l'indice **TI** tanta sarà l'incapacità di percepire un ostacolo in sicurezza.

Le nuove raccomandazioni internazionali raccomandano i seguenti limiti per **TI**:



TI <= 10%                    per strade con velocità superiore a 70 Km./h  
TI <= 15%                    per strade secondarie

Quindi l'occhio reagisce lentamente e con fatica in presenza di scarsi livelli di luminosità, per migliorare queste caratteristiche, l'illuminazione artificiale notturna deve creare un ambiente confortevole con un'illuminazione uniforme ed evitare fenomeni perturbati.

Il fenomeno della visione nella Pubblica illuminazione deve prendere dunque in considerazione i principali parametri legati alla vista ed in particolare:

- **acuità visiva:** ossia la capacità di una persona di vedere distintamente un ostacolo di dimensioni definite, maggiore è l'acuità visiva della persona e minori saranno le dimensioni dell'ostacolo che riuscirà a vedere.
- **sensibilità di contrasto:** ossia la possibilità di distinguere un eventuale ostacolo grazie allo scarto di luminanza esistente tra oggetto (ostacolo) e il fondo (strada). Generalmente la percezione è dovuta ad un contrasto negativo in cui l'ostacolo è visto in controluce su fondo illuminato.
- **abbagliamento:** provocato dagli apparecchi d'illuminazione, dall'ambiente circostante, dal riflesso del manto stradale e chiaramente dai proiettori delle vetture circolanti in senso inverso.
- **visibilità:** o meglio l'indice di visibilità, ossia la capacità di individuare un ostacolo. Analizzando quindi questi fenomeni è stato possibile stabilire quali sono i parametri corretti per una buona installazione e come sia insufficiente parlare solo di illuminamento sulla sede stradale, senza considerare tutti gli altri aspetti che non sono correttamente utilizzati verificando anche un buon livello d'illuminamento.

### **3.3. Visione nella Pubblica illuminazione:**

La sicurezza della circolazione automobilistica dipende in modo sostanziale dalla qualità della rete viabile e dai veicoli circolanti e durante le ore notturne un aspetto fondamentale nella sicurezza è rappresentato dalla qualità degli impianti di Pubblica illuminazione.

**Un impianto d'illuminazione è considerato buono quando questo consente di avere una rapida percezione visiva delle caratteristiche nel contesto stradale e degli ostacoli eventualmente presenti sulla carreggiata, per una distanza pari a quella d'arresto del veicolo.**

A seguito della velocità di marcia lo spazio di arresto (considerato come arresto d'emergenza in presenza di un ostacolo improvviso) può risultare molto superiore allo spazio illuminato con i soli fari delle vetture.

Dagli studi realizzati dalla C.I.E. (Commissione Internazionale dell'Illuminazione) si dimostra che nelle ore notturne con una riduzione sostanziale del traffico (almeno del 30%) il tasso di incidenti mortali risulta quasi doppio rispetto alle ore diurne.

E' chiaro che nelle ore notturne interagiscono altri elementi quali fatica, eventuali stati di eccitazione ecc., ma resta comunque determinante il fattore della visibilità e specificatamente la stessa Commissione C.I.E. esaminando alcuni tratti di strada, confrontando il tasso di incidenti prima e dopo la realizzazione di un buon impianto d'illuminazione, da questo confronto risulta una riduzione media del 43% degli incidenti che avvengono nelle ore notturne con una diminuzione media del 37% del numero dei morti.

Risulta evidente che le caratteristiche dell'impianto d'illuminazione devono essere tali da consentire all'occhio umano una corretta visione e vanno realizzati in funzione delle caratteristiche fisiche proprie dell'occhio nella visione notturna dell'automobilista:

- **quantità e qualità della luce** (luminanza e uniformità)
- **percezione degli ostacoli** (acuità visiva e sensibilità ai contrasti)
- **perturbazione della visione** (abbagliamento molesto e di incapacità)

Questi fenomeni sono strettamente correlati tra loro in quanto la variazione di un singolo fenomeno comporta un adattamento automatico dell'occhio alle mutate condizioni di variabilità.

Le raccomandazioni internazionali e le Norme UNI 10439, relative alla Pubblica illuminazione, stabiliscono i parametri di riferimento in modo tale da contenere l'adattamento dell'occhio umano entro i limiti idonei alle differenti condizioni di guida.

Quindi i progetti esecutivi saranno sviluppati secondo quanto raccomandato dalle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato" è necessario:

- adottare apparecchi illuminanti con ottiche "cut-off" al fine di evitare qualsiasi abbagliamento;
- ricercare una buona uniformità al fine di evitare ed individuare eventuali ostacoli;
- conservare nel tempo i parametri d'illuminamento iniziali consentendo di mantenere inalterati i valori d'illuminamento e quindi la sicurezza.

#### **3.4. Illuminazione Pubblica al servizio del pedone**

L'illuminazione dei passaggi pedonali é sicuramente uno dei punti critici della pubblica illuminazione e come tale deve essere trattato con ancora maggiore accuratezza per due motivi:

- 1) **I rischi di probabile incidente in questa zona sono superiori al normale in quanto in condizioni di scarsa visibilità risulta difficile sia l'individuazione del pedone da parte dell'automobilista che la percezione della velocità e della distanza del veicolo da parte del pedone**
- 2) **Le conseguenze di questi incidenti sono sempre gravi, e spesso letali, per la persona a piedi con un grosso impatto, anche emotivo, sulla pubblica opinione**

Per garantire una corretta illuminazione é necessario conseguire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

**a) Dal punto di vista dell'automobilista :**

*Consentire la percezione a distanza di avvicinamento ad una zona a rischio  
Capacità di percepire, in tempo utile per fermarsi, la presenza di un passante  
Evitare fenomeni di abbagliamento che riducono le prestazioni visive.*

**b) Dal punto di vista del pedone.**

*Permettere la percezione di un automezzo in arrivo  
Valutare distanza e velocità  
Vedere in maniera chiara l'attraversamento in modo da valutarne il tempo di attraversamento ed accedervi senza rischi*

Per soddisfare le suddette condizioni é opportuno rifarsi a quanto detto in precedenza relativamente ai requisiti di un impianto di pubblica illuminazione e, data la pericolosità della zona in oggetto, rispondere come minimo ai requisiti richiesti per una strada di categoria A e cioè:

<b>Luminanza media <math>\geq 2</math> cd/m</b>
<b>Uniformità Generale <math>\geq 0.4</math></b>
<b>Abbagliamento molesto <math>G \geq 6</math></b>
<b>Abbagliamento di incapacità <math>TI \leq 10</math></b>
<b>Zone laterali illuminate</b>

**Se l'impianto in cui é previsto il passaggio pedonale risponde a questi requisiti ed il passaggio stesso non é in prossimità di un incrocio, i criteri sopra menzionati sono sufficienti per una corretta illuminazione**

É in ogni caso estremamente importante che siano rispettati anche le indicazioni seguenti in quanto consentono di migliorare in modo notevole la visibilità ed evitano di realizzare impianti errati con conseguenze spesso peggiori della mancanza dell'impianto.

### **3.5. Colore della sorgente luminosa e disposizione degli apparecchi**

L'utilizzazione di una lampada di una colorazione contrastante con il resto dell'impianto consente di percepire a livello istintivo l'avvicinarsi di una zona pericolosa incrementando l'attenzione dell'automobilista .

Analogamente per il pedone risulta evidente la presenza del passaggio pedonale limitando il rischio di attraversamenti al di fuori dello stesso.

La disposizione degli apparecchi deve essere tale da favorire la visione della sagoma del pedone, ciò é possibile garantendo delle elevate illuminazioni verticali in direzione dell'automobilista evitando di disporre il corpo illuminante direttamente al di sopra del passaggio stesso.

Nel caso di strade a doppio senso di marcia la disposizione degli apparecchi deve essere bilaterale privilegiando il senso di scorrimento (i corpi illuminanti devono essere in posizione opposta) in modo da consentire una corretta individuazione degli ostacoli in entrambi i sensi di scorrimento.

### **3.6. Illuminamenti e visibilità**

Si consiglia di realizzare un livello di illuminamento sul passaggio pedonale almeno 5 volte superiore a quello presente sul resto della carreggiata, in questo modo si evidenzia la zona di pericolo ma non sono richiesti tempi troppo lunghi per l'adattamento dell'occhio.

La disposizione degli apparecchi deve essere tale da evitare problemi di abbagliamento per veicoli provenienti da altre strade perpendicolari a quella in cui il passaggio è illuminato ed in ogni caso si deve evitare di illuminare il solo passaggio pedonale in quanto, così facendo, si crea una differenza di contrasto che impedisce la visione di un ostacolo posto nella zona successiva al passaggio stesso.

Per consentire una corretta visione è indispensabile che la pubblica illuminazione sia presente almeno nei 50 m precedenti e successivi l'incrocio stesso.

Per ottenere un contrasto positivo sufficientemente elevato è necessario che gli illuminamenti verticali sul passaggio siano (rispetto alla zona di provenienza dei veicoli) almeno 4 volte superiori agli illuminamenti verticali dello sfondo.

Per ottenere un sufficiente contrasto negativo ( in cui l'oggetto si staglia rispetto allo sfondo ), è sufficiente un illuminamento del fondo superiore a 2 volte l'illuminamento del dettaglio.

L'utilizzo di un'armatura stradale consente di ottenere una migliore uniformità generale riducendo però le possibilità di percezione del passaggio stesso; il livello di illuminamento medio sul passaggio è inferiore rispetto all'impiego di apparecchi specifici e la distribuzione del fascio luminoso è perpendicolare rispetto al passaggio.

Con l'installazione di un corpo illuminante specifico per i passaggi pedonali consente di ottenere un'elevata uniformità generale con un buon equilibrio degli illuminamenti sui due lati della carreggiata; la zona maggiormente illuminata è in corrispondenza del centro della carreggiata ed il fascio luminoso segue l'andamento del passaggio stesso.

L'utilizzo di tale apparecchio specifico consente di ottenere vantaggi considerevoli sia in termini di quantità di luce che di distribuzione della stessa riducendo in questo modo i rischi di incidente in questa zona.

**4. LINEE GUIDA AGLI INTERVENTI**

## 4. Linee Guida agli Interventi

### 4.1. PREMESSA

Il piano regolatore della Pubblica illuminazione richiesto dalla Legge Regione Lombardia n° 17/2000 è da considerarsi alla stregua di un progetto preliminare secondo la Legge 109/94.

Quindi alla luce dello stato attuale degli impianti, dei progetti in corso e delle indicazioni programmate dell'Amministrazione Comunale di Grassobbio si è stilato un programma d'intervento guida a livello generale destinato ad armonizzare gli interventi Pubblici e privati, che troveranno i necessari dettagli progettuali nelle schede che analizzano la situazione delle varie vie sottese ai rispettivi Quadri Elettrici. L'attuale linea guida alla Pubblica illuminazione recepisce i seguenti parametri:

- Sicurezza elettrica derivante dalle Norme CEI 64.7 "Impianti di Pubblica illuminazione o similari", il cui stato attuale può considerarsi completo;
- Adozione di sorgenti luminose ad alto rendimento come richiesto dall'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000;
- Adozione di misure atte a contenere i consumi energetici attraverso l'impiego di apparecchiature di regolazione del flusso luminoso senza penalizzare la sicurezza;
- Riduzione dei costi di manutenzione attraverso la telegestione;
- Riqualficazione di alcune zone attraverso l'impiego di apparecchi d'arredo urbano;
- Realizzazione un'ideale sicurezza attraverso l'illuminazione di Parchi e giardini
- Illuminazione d'accento di alcune zone con particolare valore storico senza penalizzare l'impianto con prodotti impiegati nelle ore diurne;
- armonizzare gli interventi ai fini di realizzare quartieri con apparecchi omogenei e colore della luce uniforme;
- conservare gli attuali apparecchi illuminanti stradali adeguandosi al minor costo, alle prescrizioni dell'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000 relativa alla lotta contro l'inquinamento luminoso.

Come già menzionato tale linea guida agli interventi, troverà tutti i dettagli necessari nei progetti preliminari, definitivi ed esecutivi già approvati ed in corso approvazione dall'Amministrazione Comunale.

## 4.2. STRADE DI VIABILITÀ E PENETRAZIONE URBANA

Le strade di grande viabilità all'interno del paese classificate con di gruppo "4" classe "D" dalle Norme UNI 10439, sono tutti dotati di apparecchi illuminanti stradali equipaggiati da lampade al Sodio Alta Pressione da 150/250 W realizzando mediamente un livello d'illuminamento di 18/25 lux e posati su palificazioni da 9/10 m con relativo sbraccio.

Per tale classe di strada le normative UNI 10439 prevedono ai seguenti parametri illuminotecnici:

- Illuminamento medio  $L_{cd}/m^2$  : 2  $cd/m^2$  (25/27 lux)
- Uniformità  $U_o$  :  $\geq 0,4$
- Uniformità  $U_I$  :  $\geq 0,5$
- Limitazione dell'abbagliamento :
  - Fattore G  $\geq 5$
  - Fattore TI%  $\leq 10$

Quindi l'obiettivo dell'Amministrazione Comunale sarà quello di procedere per le strade urbane principali di scorrimento e di penetrazione, di illuminare con valori d'illuminamento più alti per consentire una linea guida e percepire immediatamente la tipologia della strada rispetto ad altre strade urbane di quartiere o locali, come pure si potrà differenziare la tipologia costruttiva degli apparecchi illuminanti.

Tali interventi potranno essere programmati in tempi medi/lunghi dopo aver soddisfatto altre esigenze di gestione.

## 4.3. STRADE DI QUARTIERE

Nell'ambito delle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade a traffico motorizzato", individuano tale tipo di strade come:

### **GRUPPO "5" e CLASSE "E"**

dove vengono fissati i seguenti valori illuminotecnici

- Illuminamento medio  $L_{cd}/m^2$  : 1  $cd/m^2$  (14 lux)
- Uniformità  $U_o$  :  $\geq 0,4$
- Uniformità  $U_I$  :  $\geq 0,5$
- Limitazione dell'abbagliamento :
  - Fattore G  $\geq 5$
  - Fattore TI%  $\leq 20$

Nelle strade destinate soprattutto al traffico (Centro Storico, zone commerciali, aree residenziali ecc...), l'illuminazione stradale ha come riferimento le esigenze del piano, ponendosi come obiettivi:

- L'identificazione delle persone dell'ambiente circostante;
- Individuazione di eventuali ostacoli;
- La gradevolezza dell'ambiente in termini di resa dei colori;
- Limitazione dell'abbagliamento;

- Valorizzazione degli elementi naturali ed architettonici.

Quindi i requisiti dell'impianto d'Illuminazione Pubblica deve rispondere ad:

- Un'adeguata e sufficiente uniforme luminanza della carreggiata e dei suoi immediati dintorni, affinché siano chiaramente riconoscibili ed inoltre costituiscano uno sfondo luminoso su quale eventuali ostacoli risultino per contrasto;
- Una sufficiente limitazione dell'abbagliamento da parte dei centri luminosi;
- Basso costo di gestione con l'adozione di apparecchi d'illuminazione ad alta resa.

Per ottenere un'elevata ed uniforme luminanza della carreggiata e contemporaneamente garantire una sufficiente limitazione dell'abbagliamento, la forma della superficie di ripartizione dell'intensità di un apparecchio illuminante deve rispondere a determinati requisiti.

Innanzitutto occorre che la curva di ripartizione nel piano verticale parallelo all'asse stradale si presenti allungato, in modo che le intensità massime risultino radenti alla strada, in ambedue i sensi di marcia: in queste condizioni, le intensità luminose riflesse dalla pavimentazione nella direzione di osservanza normale di un guidatore risultano pure massime.

In senso trasversale alla strada, la superficie di ripartizione deve risultare sufficientemente piena, in modo da interessare la strada in tutta la sua lunghezza, al di là di un dato angolo, l'emissione luminosa deve essere tuttavia bruscamente ridotta, in modo tale da evitare spreco di luce.

Il requisito della limitazione dell'abbagliamento sarà infine soddisfatto limitando le emissioni di luce nelle direzioni più ravvicinate all'orizzonte, che vengono a trovarsi assai pessime alla direzione d'osservanza dei conducenti.

È evidente che il controllo del flusso luminoso emesso da una sorgente potrà essere effettuato in modo migliore, quanto più ridotte saranno le dimensioni della sorgente luminosa; infatti il funzionamento di un riflettore o di un rifrattore è rigorosa soltanto quando le radiazioni provengono da una determinata direzione, in modo che l'angolo d'incidenza con la superficie sia quello e solo quello, per il quale è stata studiata l'inclinazione del riflettore o la dentatura del riflettore.

Un apparecchio illuminante per l'illuminazione stradale è destinato ad inserirsi in un determinato ambiente, alternando, in misura più o meno rilevante, la fisionomia: per questo motivo particolare attenzione va data alla sua estetica, che deve tener conto delle caratteristiche ambientali delle strade dove sarà installato.

Un apparecchio illuminante stradale pertanto deve essere studiato sotto il profilo del "design", affinché assuma gradualmente estetica, senza peraltro che funzionalità ed efficienza vengano in alcun modo compromesse.

Gli apparecchi illuminanti destinati alla Pubblica Illuminazione dovranno tendere ai seguenti scopi:

- Durata dell'apparecchio illuminante;
- Conservazione nel tempo delle caratteristiche fotometriche;
- Facilità d'installazione e manutenzione;
- Sicurezza nei confronti del personale addetto e dei terzi;
- Estetica dell'apparecchio.



#### **4.3.a) Metodologia degli interventi generali**

Al fine di evitare costi proibitivi degli interventi si dovrà ipotizzare di conservare le attuali tubazioni e palificazioni debitamente ristrutturate, per fornire una nuova immagine e riqualificare alcuni Quartieri con l'adozione di sbracci ed apparecchi illuminanti ornamentali.

Per l'occasione ed in concomitanza con l'esigenza di adeguare alcuni impianti alla Legge Regione Lombardia n° 17/2000, si potrà suddividere il territorio del Comune di Grassobbio in n° 4 ipotetici Quartieri da equipaggiare con la tipologia di materiali diversi, ma in grado di identificare la tipologia.

A titolo di ipotesi di fattibilità, si potranno individuare le seguenti zone:

##### **1a) Viabilità principale**

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| - Via Padergnone; | - Via Azzano S. Paolo; |
| - Via Zanica;     | - Via Lungo Serio;     |
| - Via Matteotti;  | - Via XXV Aprile;      |

Si provvederà a:

- Ristrutturare tutte le palificazioni attaccate dalla ruggine e successiva verniciatura con sostanze ferromicacee;
- Eliminazione dello sbraccio ed inserimento di prolunga di tipo ornamentale (da definire);
- Adozione di apparecchi illuminanti stradali di nuova concezione del tipo "Carretera" con ottica cut-off e vetro di chiusura piano in armonia con l'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000 equipaggiate con lampade da 100/150 W S.A.P. (come già utilizzato in Via Papa Giovanni / Via Colombo);
- Numerazione progressiva delle palificazioni con individuazione del Quadro Elettrico di appartenenza;
- Adozione del Quadro Elettrico con regolatore di flusso luminoso in grado di ridurre i costi di gestione dell'ordine del 30% e raddoppiare l'intervallo di ricambio lampade passando dai consueti 3 anni ad oltre 6 anni.

Attualmente il livello d'illuminamento delle vie, oggetto d'intervento, è circa 7 lux con i 20 lux che le Norme prescrivono e con l'adozione di:

- Lampade ad alta resa (100 lumen/Watt) rispetto a quelle attuali da 47 lumen/Watt;
- Regolatore di tensione in grado di ridurre il livello d'illuminamento a 11 lux nelle ore contraddistinte da minor traffico veicolare;
- Apparecchi illuminanti stradali con ottica in alluminio ad alta efficienza.

Tale condizione consentirà di quadruplicare gli attuali livelli d'illuminamento e di ridurre i costi di gestione dell'ordine del 30% e di riqualificare il Quartiere.

## 2a) Zona 1 o Quartiere

Tale zona comprenderà le seguenti Vie:

- Via Papa Giovanni XIII
- Via Donizetti
- Via C. Colombo
- Viale Europa
- Via Quarenghi
- Via Basella
- Via Vespucci
- Via Fornacette
- Via Don Stefani
- Via C. Belli
- Via Epis
- Via dei Mille

Per tali vie si provvederà ad armonizzare gli interventi come quello di parte di Via Papa Giovanni XXIII con l'adozione di apparecchi illuminanti del tipo "Carretera" con sbraccio ornamentale in sostituzione degli apparecchi illuminanti obsoleti costituiti da corpi illuminanti del tipo "Ariete 21" con coppa prismata non in conformità alla Legge Regione Lombardia n° 17/2000, in quanto tale apparecchio non è più in produzione e non sarà possibile adeguarlo.

L'intervento previsto nel progetto preliminare consisterà inoltre:

- Verniciare le palificazioni in acciaio rastremato da 8 m ferromicaceo con elemento terminale del tipo ornamentale con sbraccio da 1600 mm che interseca il diritto della palificazione;
- Apparecchi illuminanti in fusione d'alluminio da 600 mm del tipo "Carretera" con lampade da 150 W / 250 W S.A.P. aventi coppa di chiusura in vetro piano conforme all'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000, fornendo un livello d'illuminamento di 18 lux con uniformità 1:2,6;
- Struttura ornamentale per le rotatorie di Via Matteotti, Via Zanica e Via Basella composte da:
  - Un elemento centrale in acciaio da 8 m con base da 800 mm composto da feritoie che durante la notte risultano luminose;
  - N° 3 palificazioni ornamentali da 8 m. con sviluppo da 6 m. consentendo un'adeguata illuminazione della rotatoria;
  - N° 3 apparecchi illuminanti stradali in fusione d'alluminio da 1200 mm che si armonizza con la tipologia della palificazione.

Anche in questo caso gran parte delle palificazioni saranno mantenute e debitamente ristrutturare con eliminazione della ruggine e degli sbracci per consentire l'inserimento della prolunga di tipo ornamentale da 1600 mm, che andrà ad intercettare nel dritto del palo.

L'intervento comporterà una riduzione di potenza dell'ordine del 10% pur triplicando i livelli d'illuminamento, che con l'adozione di quadri di regolazione della tensione porterà tale risparmio a livelli del 40% e consentirà di ridurre tutti i costi derivanti dalla manutenzione.

### 3a) Zona 2

Le vie interessate all'omogeneità degli apparecchi illuminanti sono le seguenti:

- Via C. Belli
- Via Orio al Serio
- Via Don Rossetti
- Via Azzano S. Paolo
- Via Leonardo Da Vinci
- Via Verdi
- Via Pasubio
- Via Mascagni
- Via S. Lucia
- Via Epis
- Via Bixio
- Via Nullo
- Parcheggio di Via Boschetti
- Via S. Antonio
- Via Brescia
- Via Tasso
- Via Manzoni

Considerato che gli impianti in uso a tali vie sono dotati di apparecchi illuminanti "Kappa 1" da 100/150 W S.A.P., sarà necessario sostituire le attuali coppe di chiusura bombate con altre in vetro piano al fine di ottemperare l'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000 ai fini di limitare l'abbagliamento e l'inquinamento luminoso, con l'impiego di modeste risorse economiche.

Con tale intervento si armonizzerà la zona con apparecchi della stessa tipologia.

In alcune situazioni sono presenti dei corpi illuminanti stradali "Ariete 21" che non potranno essere modificati e pertanto si provvederà allo smontaggio ed al ricollocamento di altre armature stradali del tipo "Kappa 1" recuperate in altre vie al fine di armonizzare l'intervento.

#### **4.4. AREE VERDI, PARCHI, GIARDINI ED AREE GIOCO**

In sintesi i principali obiettivi che si pongono per l'impianto d'illuminazione di aree verdi, parchi e giardini sono i seguenti:

- Rendere agibili le aree verdi per tutte le funzioni previste, in condizioni di utilizzo normali ed occasionali;
- Dare il giusto risalto visivo a tutti gli elementi di arricchimento estetico che vi sono presenti;
- Contribuire alla sicurezza ed alla protezione degli utilizzatori e dei beni immobili;

Per rendere pienamente agibile l'area verde nelle ore serali e notturne occorre progettare un impianto che consente in un primo luogo, di transitare in modo facile e sicuro lungo tutti i percorsi pedonali e carrabili.

Diverse sono le tecniche da adattare, e di conseguenza le lampade e gli apparecchi da installare. I percorsi vanno rischiarati in modo uniformi, ma limitatamente alla sede viaria ed ad una fascia di qualche metro lungo i confini, cercando in tal modo una sorta di guida visiva che favorisce l'orientamento e contribuisce a rafforzare il senso di sicurezza.

La luce deve interessare soprattutto il piano orizzontale delle sede viaria, sia essa pedonale o carrabile. Può interessare un debole rischiarimento dei piani verticali nei punti in cui è presente una serie di giardini. Per il resto è preferibile proiettare la luce sul piano orizzontale.

Qualsiasi ostacolo di dimensioni superiori alla decina di centimetri, in larghezza o in altezza, deve essere prontamente individuato.

In modo particolare per garantire la visione ed inviare il flusso luminoso secondo direzioni inclinate rispetto al piano orizzontale di riferimento, oppure con luce quasi radente. Si ottiene così un'alternanza di ombre più o meno sfumate e di campiture luminose, che favorisce la visione degli ostacoli, e pertanto conviene incrociare i fasci luminosi collocando le fonti lungo i due lati paralleli del percorso, in tal modo si riesce a stemperare leggermente le ombre e renderle meno marcate ed impedire che l'ombra porta ad un ostacolo, nasconda un secondo pericolo.

Diverso è il caso delle zone di sosta ed in tal caso occorre luce sia sui piani orizzontali che su quelli verticali.

Nell'area verde vi sono altri componenti che meritano un necessario risalto, ed intervengono delle motivazioni di natura estetica.

Non ci si riferisce solo al verde con esemplari arborei, aiuole fiorite, sculture, piccoli monumenti, fontane, bacini d'acqua ed attrezzature ludiche-sportivo che non mancano mai ai giardini di media estensione.

Con l'uso sapiente dell'illuminazione artificiale possiamo mostrare o nascondere, porre in primo piano o lasciare nell'ombra, far emergere colori, rilevare sfumature, comparare dei scenari con effetti cromatici e dinamici.

Le problematiche che si pongono sono notevoli, che si riflettono sulla necessità di garantire sempre al massimo della sicurezza, la pratica d'uso dell'impianto, la facilità nelle periodiche operazioni di manutenzione, ed una ragionevole limitazione dei consumi.

Per l'illuminazione degli alberi, piante, siepi e tappeti erbosi, che si presentano bene agli effetti dei scenari, sono delle presenze che contribuiscono a rendere attraente il giardino.

Di giorno siamo abituati a vedere la massa del tronco e delle fronde sul fondo chiaro del cielo, ma di notte possiamo riproporre ed accentuare quest'immagine usando la

tecnica delle Silhouette (sagoma scura il cui profilo si staglia su un fondo fortemente rischiarato).

L'impianto sarà costituito da apparecchi illuminanti posizionati a terra, su basi o incassati a filo terreno. La luce penetra dal basso nel fogliame creando un effetto "ramege" brillante e dinamico, infatti basta un alito di vento per animare leggermente la scena.

Per le siepi sono idonei piccoli proiettori da incasso, con ottiche asimmetriche in modo da inviare luce verso l'alto ed ai lati, con sorgenti ad alta resa di colori.

L'Amministrazione Comunale di Grassobbio proseguirà con l'obiettivo di riqualificare tutte le aree a disposizione dei cittadini al fine di fornire:

- Una buona illuminazione (confortevole) ai fini della sicurezza e per poter usufruire di tali aree nelle ore notturne;
- Un arredo urbano riqualificando le zone verdi e parchi con l'illuminazione Pubblica

Gli obiettivi dell'Amministrazione Comunale sono già stati tradotti con progetti preliminari e con progetti definitivi in corso di approvazione e che interessano:

- Giardini di Via Boschetti;
- Aiuola di Via Roma;
- Giardini della Scuola Media;
- Giardini o parco giochi di Via S. Lucia;
- Pista ciclo-pedonale di Via Azzano S. Paolo.

con l'adozione di apparecchi illuminanti della stessa tipologia già presenti in alcune zone nel territorio e più precisamente:

- Per le piste ciclo-pedonali si adatteranno apparecchi illuminanti ornamentali "Argo" con palificazioni in acciaio verniciato grigio antracite da 4,5 m con apparecchi illuminanti in fusione d'alluminio "Argo" equipaggiati con lampade da 100/150 W S.A.P. realizzando un livello d'illuminamento di 20 lux;
- Per l'illuminazione di alberi e siepi si adotteranno proiettori a filo terreno del tipo carrabile asimmetrico equipaggiato con lampade da 100/150 W S.A.P. G2 con tonalità da 3000/4000°K ;
- Per i giardini si provvederà all'illuminazione con apparecchi del tipo "Direzia" o "Sferalux" sempre equipaggiati con lampade da 150 W CDM-T con tonalità da 3000°K e fedeltà colori sempre a 80 e tali apparecchiature saranno installate con palificazioni dal 4/5,5 m.

#### **4.5. INDIRIZZI**

#### ***4.6. CENTRO STORICO***

Il Centro Storico, ai fini dell'applicazione di una certa tipologia di prodotti, è stato individuato dall'Amministrazione Comunale ed è delimitato dalle seguenti Vie e Piazze:

- Via Roma
- Via Sabotino
- Vicolo Chiesa
- Via Monte Grappa
- Vicolo Piave
- Vicolo Palestro
- Parte di Via Solferino
- Giardino di Palazzo Belli
- Via XXIV Maggio
- Viale del Cimitero
- Vicolo Garibaldi

Ed attualmente l'impianto d'illuminazione è stato ristrutturato eliminando le molteplicità di forme e di diverse sorgenti luminose da 1900°K a 4200°K.

Si è già provveduto a realizzare alcuni interventi di riqualificazione e di arredo armonizzando la tipologia dei materiali con palificazioni ornamentali in fusione di ferro-ghisa aventi apparecchi illuminanti in fusione d'alluminio del tipo "Diamante" e pastorale ricurvo, tale tipologia sarà estesa alle vie mancanti al fine di armonizzarsi con quanto esistente.

Gli interventi realizzati sono adeguati alle esigenze architettoniche ed ambientali che il Centro Storico richiede, rispetto alla viabilità ordinaria in quanto tali spazi sono usufruiti da pedoni, valutando l'effettivo impatto ambientale dell'evento illuminotecnico, nelle sue vesti diurne e notturne, studiando e documentando accuratamente ogni dettaglio:

- intensità luminosa
- resa cromatica
- effetti d'ombra
- impatto visivo degli oggetti

L'intensità luminosa eccessiva, forzatura ad effetto cromatico, rese cromatiche in coordinamento con le tipologie dei materiali del sito, rappresenterebbero pericolose forzature che possono snaturare e banalizzare il messaggio complessivo proveniente dal tessuto urbano.

Per l'occasione si sono adottati apparecchi illuminanti idonei a contenere i volumi di luce entro geometrie indispensabili per il campo visivo, evitando "invasioni di campo" nella sfera protetta (facciate e finestre di abitazione), verso la volta celeste ed adottando sistemi di telecomando e telecontrollo differenziale rispetto a quelli adottati per la normale illuminazione delle zone a traffico veicolare, resa possibile l'adozione di "Booster" aventi regolazioni delle fasi indipendenti.

#### *a. Classificazione delle strade ed aree urbane*

Il Centro Storico rientra nella classificazione di strade con traffico esclusivamente e prevalentemente pedonale.

Si intendono appartenenti a questa categoria le aree in cui le esigenze di colore che vi trasmettono a piedi o in bicicletta, prevalgono su quegli degli utenti dell'area ai fini della terminazione dei requisiti a cui deve rispondere l'impianto d'illuminazione.

<b>GRUPPO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>TIPO DI AREA</b>	<b>Em mantenuto</b>	<b>Emin Mantenuto</b>
---------------	---------------	---------------------	-------------------------	---------------------------

10	A	Traffico commerciale con traffico misto al centro città	25 lux	10 lux
15	A	Attraversamenti pedonali in aree centrali	25 lux	10 lux
16	A	Scalinate	40 lux	20 lux
17	C	Piste ciclo-pedonali	10 lux	5 lux
19	A	Parcheggi	10 lux	2,5 lux

Come già evidenziato tali valori nell'area di maggior interesse commerciale potranno essere sensibilmente più alti al fine di rendere un luogo sicuro e confortevole, per poi adeguarsi anziché con valori più bassi, durante le ore notturne pur salvaguardando la sicurezza.

*b. Scelte delle sorgenti luminose*

Le sorgenti luminose da assegnare alle vie pubbliche sono scelte con l'obiettivo di minimizzare i costi di esercizio nel compromesso compatibilmente con i requisiti di "QUALITÀ" della luce, richiesti per alcune aree particolarmente designate dalla vita sociale.

<b>GRUPPO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>TIPO DI STRADA</b>	<b>GRUPPO DI RESA CROMATICA</b>	<b>TEMPERATURA</b>
10	A,B,C	Commerciale	1 $\geq$ 80	$\leq$ 3000°K
12	A,B,C	Strade residenziali	1 e 2 $\geq$ 60	$\leq$ 3300°K
14	B	Sentieri e vialetti nei parchi	1 e 2 $\geq$ 60	$\leq$ 3300°K
17	A,B,C	Piste ciclo-pedonali	2 $\geq$ 50	$\leq$ 2000°K
20	A	Costruzioni come chiese, edifici storici ecc.....	1,2	In relazione alla tonalità del colore proveniente dalle costruzioni, ma non oltre 4000°K

**4.7. INDIRIZZI**



#### ***4.8. POLO ARTIGIANALE ED INDUSTRIALE***

La zona artigianale ed industriale nel Comune di Grassobbio in fase di completamento e individuato nella zona:

- Via Padergnone
- Via Boschetti
- Via Padre Cherubino Elzi
- Via Fermi
- Via Zanica
- Via XXV Aprile
- Via Lungo Serio
- Via dei Pascoli

Sarà caratterizzata da apparecchi illuminanti di tipo tradizionale, ma ad alta resa illuminotecnica per la viabilità e Parcheggi.

Quindi per tale zone si procederà all'adozione di apparecchi illuminanti stradali di tipo tecnico ad alta resa con ottica cut-off al fine di limitare i valori di abbagliamento ottemperando l'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000.

I materiali da impiegare nel completato saranno:

- Apparecchi illuminanti con corpo in fusione d'alluminio di nuova concezione illuminotecnica con copertura in fibra di vetro e completi di ottica in alluminio purissimo cut-off ed equipaggiati con lampade da 150 W S.A.P. L'apparecchio deve essere in esecuzione a doppio isolamento a coppa di chiusura piana del tipo "Kappa 12";
- Quadri Elettrici statici sono stati dotati di regolatore di potenza e predisposto per la posa di apparecchiature di comunicazione di stato degli allarmi attraverso il modulo modem/GSM in armonia con i programmi di gestione dell'Amministrazione Comunale in corso di progettazione.

L'obiettivo dell'Amministrazione Comunale per l'area industriale è quello di realizzare un ottimo livello d'illuminamento sino alle ore 20 / 20,30 e di ridurre tali livelli nelle ore notturne contraddistinte da una minore attività, consentendo una riduzione di costi di gestione dell'ordine del 40% pur conservando tutte le caratteristiche di sicurezza secondo le Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato" ed ottemperando l'art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000.

L'esigenza delle nuove zone destinate ad attività industriali o artigianali, sono di natura tecnica e gli apparecchi si dovranno armoniare con la tipologia della struttura e della viabilità, fornendo un livello di illuminamento di:

- 16/20 lux nelle ore serali dall'imbrunire alle ore 21;
- 9/10 lux nelle ore notturne dalle ore 21 all'alba.

Realizzando comunque valori di riferimento di 1:3 in conformità alle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade con traffico motorizzato"

## **5 – INDICAZIONI GENERALI**

L'Amministrazione Comunale di Grassobbio con il presente Piano Regolatore della Pubblica Illuminazione intende ottemperare la Legge Regione Lombardia n° 17/2000 e regolamentare gli interventi in un Quadro programmatico che si prefigge di produrre sensibili miglioramenti nei seguenti settori:

- a) sicurezza del traffico e delle persone;
- b) arredo urbano;
- c) economia di gestione.

Gli interventi che si andranno a realizzare in tempi medio/lunghi riguarderanno essenzialmente alcuni aspetti come:

- Ridurre i costi di gestione derivati dai consumi di energia con l'adozione di Quadri Elettrici con regolatore e limitatore di tensione in grado di ridurre del 30% gli attuali costi;
- Ridurre i costi di manutenzione per ricambio lampade elevando a 6 anni il ricambio rispetto ai consueti 3 anni grazie all'utilizzo dei regolatori di flusso luminoso;
- Riqualificare alcune zone attraverso la Pubblica Illuminazione approfittando dell'esigenza di adeguamenti a causa della vetustà delle palificazioni ed apparecchi illuminanti;
- Limitare la diffusione verso il cielo del flusso luminoso emesso dalle lampade installate, mediante il ricambio della coppa di chiusura o con la sostituzione degli apparecchi illuminanti secondo le possibilità costruttive di apparecchi illuminanti esistenti;
- Conoscere l'esatta situazione dell'impianto di Pubblica Illuminazione al fine di programmare gli interventi anche in funzione delle disponibilità di bilancio.

Il Piano Regolatore dell'illuminazione del Comune di Grassobbio consentirà di inquadrare gli interventi per l'illuminazione da realizzarsi da privati nell'ambito dei Piani di Lottizzazione individuando:

- Una serie di palificazioni con le relative altezze armonizzate con la tipologia dell'intervento;
- Una serie di apparecchi illuminanti stradali ed ornamentali armonizzati con il luogo e con quanto già esistente;

a cui dovranno attenersi per rendere omogenea la tipologia dei materiali.

Tutti i futuri ampliamenti dovranno essere comunque conformi alle seguenti Leggi:

- Norme CEI 64.7 "Impianti elettrici d'illuminazione Pubblica o similari"
- Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici per strade a traffico motorizzato";
- Legge Regione Lombardia n° 17/2000 "Lotta contro l'inquinamento luminoso".

**COMUNE DI GRASSOBBIO**  
PROVINCIA DI BERGAMO

**PIANO REGOLATORE COMUNALE  
DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

**1 INTRODUZIONE ED ASPETTI GENERALI DEL PIANO REGOLATORE  
COMUNALE DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

**2 CONSIDERAZIONI GENERALI DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

- 2.1. **PREMESSA**
- 2.2. **LEGGE REGIONE LOMBARDIA N° 17/2000**
- 2.3. **NORME TECNICHE APPLICABILI AGLI IMPIANTI DI PUBBLICA  
ILLUMINAZIONE**
- 2.4. **IMPIANTO CON REGOLATORE DI FLUSSO LUMINOSO**
- 2.5. **RISPARMIO ENERGETICO**
- 2.6. **TELEGESTIONE**

**3 CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DI UNA BUONA  
ILLUMINAZIONE**

**4 LINEE GUIDA AGLI INTERVENTI**

**5 CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE DI  
GRASSOBBIO SUDDIVISO PER QUADRI ELETTRICI DI APPARTENENZA,  
SCHEMI ELETTRICI E TIPOLOGIA DEI PUNTI LUCE**